

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة العشرون • العدد الثامن والسبعون • ربيع الآخر ١٤٢٧هـ/مايو ٢٠٠٦م

الوقود

(الجزء الأول)

- وقود الطائرات
- الغاز الطبيعي

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهـــاج النشـــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

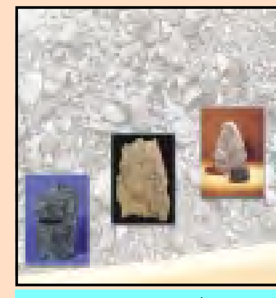
١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
٤ـ أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويـــات العـــدد



وقود الجازولين



الفحم الحجري

الوقود

المراسلات

رئيس التحرير
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ(فاكس) ٤٨١٣٣١٣
البريد الإلكتروني : **jscitech@kacst.edu.sa**

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

العلوم والتقنية



المشرف العام
د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام ورئيس التحرير
د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير
د. سليمان بن حماد الخويطر
د. عبد الرحمن بن محمد آل إبراهيم
د. دحام إسماعيل العاني
د. جميل عبد القادر حفني
د. أحمد عبد القادر المهندس
د. محمد بن عبد الرحمن الفوزان

* * *

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
أ. حمد بن محمد الحنطي
أ. خالد بن سعد المقبس
أ.عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
أ. وليد بن محمد العتيبي

التصميم والإخراج

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

*****







قراءنا الأعزاء

ظهرت الحاجة للوقود منذ أن هبط الإنسان إلى الأرض، فهي مصدر دفئه وطهي طعامه، وقد أشار القرآن الكريم في أكثر من موضع لأهمية النار في حياتنا اليومية ,منها ما ورد على لسان موسى عليه السلام في قوله تعالى: ﴿إِذْ قَالَ مُوسَىٰ لِأَهْلِهِ إِنِّي آنَسْتُ نَارًا سَآتِيكُم مِّنْهَا بِخَبَرٍ أَوْ آتِيكُم بِشِهَابٍ قَبَسٍ لَّعَلَّكُمْ تَصْطَلُونَ﴾ [النمل: ٧]، ﴿أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ ﴿٧١﴾ أَأَنتُمْ أَنشَأْتُمْ شَجَرَتَهَا أَمْ نَحْنُ الْمُنشِئُونَ﴾ [الواقعة: ٧١ – ٧٢]

قراءنا الأعزاء

اقتصر الوقود في الأزمنة الغابرة على الحطب وروث البهائم والتي لازالت تشكل مصدر الوقود في المجتمعات الفقيرة ، ولكن مع مرور الزمن ظهرت مصادر مختلفة للوقود أدت إلى تقدم وتطور الحياة على هذا الكوكب. فقد أدى اكتشاف الفحم الحجري إلى ظهور عصر جديد من عصور النهضة نتيجة لتوفيره للطاقة اللازمة لتشغيل وسائل النقل الحديثة كالقاطرات والبواخر وإدارة مولدات الكهرباء وغيرها. وبالرغم من اكتشاف مصادر جديدة للوقود كالنفط والغاز الطبيعي فإنه لازال يوفر جزءاً كبيراً من وقود العالم.

أدى اكتشاف النفط إلى تواجد عدد كبير من أنواع الوقود ساهمت بشكل فعال في تطور وسائل النقل بشكل خاص ورفاهية الإنسان بشكل عام. فقد وجد لكل وسيلة من وسائل المواصلات ما يناسبها من الوقود، مثل: الجازولين للسيارات والكيروسين للطائرات والديزل للشاحنات، وأحياناً يستخدم النفط الخام كوقود مثل بعض محطات الطاقة الكهربائية وغيرها.

قراءنا الأعزاء

يمثل الغاز الطبيعي ـ سواءً الحر أو المصاحب ـ مصدراً هاماً للوقود لسهولة نقله وتوزيعه من خلال شبكات تصل إلى كل بيت تشبه شبكات توزيع المياه، مما ساهم في تطور تجهيزات المطابخ، كما أنه يعد من أنواع الوقود النظيفة الصديقة للبيئة.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نستعرض معكم في الجزء الأول من الوقود المواضيع التالية: الوقود، والغاز الطبيعي، وتقييم خصائص ومضافات ووقود المشتقات النفطية، ودور المحفزات في تحسين مواصفات الوقود، والجازولين، ووقود الطائرات، ووقود الديزل، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،



مصفاة الرياض

إن الهدف الرئيس من إنشاء مصفاة الرياض هو تحقيق الاكتفاء الذاتي من المنتجات البترولية في المنطقة الوسطى، كالبنزين، والديزل، ووقود الطائرات، والغاز المسال والإسفلت، وذلك لمواكبة التطور الجاري في المنطقة الذي يشهد زيادة في الاستهلاك الحالي، كما يشمل الهدف من إنشائها تغذية المشاريع الصناعية والاقتصادية بما تحتاج إليه من منتجات بترولية متزايدة. ومما شجع على إنشاء مصفاة الرياض آنذاك؛ قرب حقل خريص البترولي الذي يبعد عنها ١٥٠ كيلوا مترا فقط.

إنشئت مصفاة الرياض عام ١٩٧٤م كأحد مرافق المؤسسة العامة للبترول والمعادن "بترومين". وفي عام ١٩٨٩م تم ضمها إلى شركة "سمارك" (الشركة السعودية للتسويق والتكرير) أسوة بالمصافي التابعة لبترومين آنذاك. وفي أغسطس ١٩٩٣م صدر القرار الملكي رقم ١٥٧ بضم المصفاة وجميع مصافي المملكة بالإضافة إلى قطاع التوزيع إلى أرامكو السعودية.

بدأت المصفاة عملها بطاقة إنتاجية تصل إلى ١٥ ألف برميل يومياً. وفي عام ١٩٧٨م أدخلت عليها بعض التعديلات لترتفع طاقتها الإنتاجية إلى ٢٠ ألف برميل يومياً. وفي ظل الطلب المتزايد على مشتقات النفط منذ ذلك الوقت، تمت توسعة المصفاة في عام ١٩٨١م، حيث ارتفعت طاقتها الإنتاجية إلى ١٢٠ ألف برميل يوميا.

الأقسام الإدارية للمصفاة

تتكون المصفاة من أربعة أقسام إدارية، ويرأس كل منها ناظر إداري تناط به المهام الإدارية لضمان كفاءة العمل وتطبيق قواعد السلامة وجودة الإنتاج، وهي كالتالي:

١- قسم التشغيل: يختص بملاحظة أعمال التشغيل على مدار الساعة.

٢- قسم الصيانة: ويقوم بصيانة المعدات في المصفاة وضمان سلامتها.

٣- القسم الهندسي: ويهتم بتقديم الدعم الهندسي لجميع مرافق المصفاة.

يتكون هذا القسم من وحدة تخطيط الإنتاج، ووحدة المشاريع، ووحدة الدعم الهندسي للتشغيل، ووحدة المختبر، ووحدة الفحص والمعاينة.

٤- قسم التخطيط والدعم: ويختص بشؤون التخطيط للمصفاة والتدريب، فضلاً عن تقديم الدعم التقني لجميع الموظفين.

إضافة لذلك تستفيد مصفاة الرياض من خدمات شركة أرامكو السعودية الأخرى المتعلقة بالأمن الصناعي، ومكافحة الحرائق، ومنع الخسائر، وشؤون أرامكو السعودية، وشؤون الموظفين، ومركز التدريب، وإدارة المواد، وتقنية المعلومات، وإدارة المشاريع.

مختبرات الانتاج والمرافق المساندة

تتكون المصفاة من تسعة مختبرات تقوم بأعمال الإنتاج والمرافق المساندة، وهي كما يلي:-

● مختبر الهيدروجين

يتكون هذا المختبر من الوحدات التالية:

* **وحدة الهيدروجين:** وهي الوحدة الأساسية لإنتاج الهيدروجين اللازم لدعم وحدة التكسير الهيدروجيني.

* **وحدة معالجة الغاز بالأمين:** وتقوم بتنقية غاز الهيدروجين المنتج وغاز الوقود من الشوائب، مثل كبريتيد الهيدروجين.

* **وحدة معالجة الغاز المسال والنفثا بالصودا:** وتقوم بمعالجة النفثا الخفيفة والغاز المسيَّل باستخدام الصودا لنزع مركبات الكبريت.

* **وحدة إنتاج النيتروجين:** وتقوم بإنتاج النيتروجين من الهواء بواسطة تقنية التبريد (Cryogenic)، وتعمل بطريقة تخفيف الضغط السريع لفصل النيتروجين عن مركبات الهواء الأخرى. ويستخدم النيتروجين في عمليات الكسح وكأغطية واقية في الخزانات.

* **وحدة فصل الغاز من الماء الحامض:** ويتم فيها فصل غاز كبريتيد الهيدروجين والنشادر من الماء الحامض القادم من الوحدات الأخرى .

● مختبر التهذيب البلاتيني

يتكون هذا المختبر مما يلي:-

* **وحدةالتهذيب البلاتيني (Plat Forming):** وتهدف إلى إنتاج المادة الأساسية الخاصة بتحسين النفثا لانتاج جازولين عالي الأوكتان.

* **وحدة معالجة النفثا الثقيلة:** وتقوم بمعالجة النفثا الثقيلة من مركبات الكبريت.

* **وحدة معالجة وقود الطائرات (الكيروسين):** وتقوم بمعالجة الكيروسين المنتج من مركبات الكبريت.

* **وحدة تركيز الغاز:** وتقوم بفصل الغاز المسيَّل (البيوتان والبروبان) عن الغازات

الأخف، وهي الميثان والإيثان.

● **مختبر التكسير الهيدروجيني**

يعد هذا المختبر من أكثر المختبرات تعقيداً وأهمية، حيث يقوم بتكسير الزيت الثقيل (زيت الغاز) ـ المنتج من وحدة التقطير الفراغي، والذي يدخل كلقيم بوجود الهيدروجين ـ إلى مواد خفيفة، وهي الديزل والنفثا والغاز المسيَّل والكيروسين.

● **مختبر تقطير الزيت والتقطير الفراغي**

يتكون هذا المختبر من وحدتين هما:-

* **وحدة تقطير الزيت والتقطير الفراغي:** وتقوم ـ مبدئياً ـ بمعالجة الزيت وتحويله إلى مواد خفيفة ومتوسطة وثقيلة، ومن ثم يتم معالجتها وفصلها.

* **وحدة أكسدة الأسفلت:** وتقوم بأكسدة المواد الثقيلة الناتجة من وحدة التقطير الفراغي لإنتاج الأسفلت المطابق للمواصفات.

● **مختبر تركيز الزيت الخام**

يعتبر هذا المختبر المرحلة الأولى التي يتم فيها فصل الزيت الخام عن الغاز، وفصل الأملاح الموجودة فيه، والتي يؤثر بقاؤها سلبا على المحفزات والأنابيب وأبراج التقطير، ويتم عن طريق هذه الوحدة إرسال الغاز المسيَّل الجاهز للاستخدام إلى شركة الغاز القريب من المصفاة.

● **مختبر إنتاج الكبريت**

يعد هذا المختبر من أحدث المختبرات المنشأة في المصفاة، وهو يقوم بتحويل الغاز الحامضي (المر) إلى كبريت سائل يتم نقله عبر الشاحنات إلى المستهلكين المحليين.

● **مختبرات انتاج البخار**

يقوم هذا المختبر بإنتاج البخار بطاقة قدرها ٢١٠ طن في الساعة، وقد أمكن رفعها إلى ٣٦٠ طن في الساعة عن طريق أربع مراحل بخارية وثلاث وحدات جديدة تعمل على التوربينات والتي يستفاد منها كذلك في إنتاج الكهرباء المرتبط مع شركة كهرباء السعوديةالموحدة.

● **مختبر معالجة المياه**

استطاعت مصفاة الرياض إنشاء مختبر معالجة المياه للتغلب على مشكلة رئيسة، وهي وجودها في منطقة داخلية غير مطلة على بحر أو نهر، حيث تعتمد المصافي بشكل كبير على استخدام كميات كبيرة من المياه والتي تدخل في إنتاج البخار، والتبريد، وإطفاء الحرائق، والمياه الخاصة بعمليات التنظيف والصيانة.

وتقدر طاقة مختبر معالجة المياه بنحو ٨٣٣ متر مكعب في الساعة، حيث يقوم بتنقية ومعالجة مياه الصرف الصحي القادمة من المصلحة العامة للمياه والصرف الصحي في جنوب الرياض.

● **مختبرات الخزانات المركزية**

شيد بالمصفاة ٨٠ خزاناً على سطح الأرض لاستخدامها في تخزين الزيت الخام (كلقيم للمصفاة) والبيوتان والبروبان والبنتانو الهكسان والنفثا الخفيفة والثقيلة والمواد الأساسية لتكوين الزيت والجازولين والديزل والأسفلت ووقود الطائرات والكبريت.

إنتاج المصفاة من المنتجات البترولية

توفر مصفاة الرياض احتياجات المنطقة الوسطى من المنتجات البترولية بالكميات المبينة في الجدول أدناه.

ويتم توزيع المنتجات البترولية من مصفاة الرياض إلى كل من: محطة جنوب الرياض للتوزيع، ومحطة شمال الرياض (المطار) للتوزيع، ومحطة التعبئة لمطار الملك خالد، وقاعدة الأميرسلطان الجوية، وقاعدة الملك فيصل الجوية، ومشروع

المادة	كمية الإنتاج / يوم
الديزل	٥٥ ألف برميل
وقود الطائرات	١٥ ألف برميل
الإسفلت	١٧ ألف برميل
الغاز المسال	٧ ألف برميل
البنزين	٣٢ ألف برميل
الكبريت	١٢٠ طن

● احتياجات المنطقة الوسطى من المنتجات البترولية.



● جانب من مصفاة الرياض.

الخزن الاستراتيجي بالرياض.

الخطط المستقبلية للمصفاة

تهتم أرامكو السعودية بتطوير وتحديث منشآتها بشكل متواصل، وقد دأبت مصفاة الرياض التابعة لها على إدخال كل ما هو جديد من التقنيات التي تساعد على رفع كفاءة الإنتاج وتوفير أعلى درجات السلامة فيها، ومن أهم المشاريع التطويرية التي نفذتها الشركة مؤخراً في مصفاة الرياض مشروع معالجة الديزل (DHT) الذي يضمن تخفيض نسبة مادة الكبريت الموجودة في الديزل(من ١٠ آلاف إلى ٥٠٠ جزء من المليون) والذي يعد من المشاريع الهادفة لحماية البيئة والصحة العامة.

المصفاة والمحافظة على البيئة

أولت مصفاة الرياض اهتماما كبيرا بالبيئة من خلال إنشائها مشروع استخلاص الكبريت، والذي يعد نقطة إيجابية لضمان مناخ صحي خال من ثاني أكسيد الكبريت، والذي كان ينتج عن إحراق كبريتيد الهيدروجين. ويعد هذا دليلاً على اهتمام أرامكو السعودية بكل مايسهم في ضمان محيط صحي خال من الملوثات، كما تقوم المصفاة بالتخلص من النفايات الضارة بطريقة آمنه لا تسبب الضرر للناس أو البيئة.

الوقـود

د. عبدالعزيز بن أحمد باقبص



كان الوقود (Fuel) والطاقة (Energy) ولا يزالان مـن أهم عوامل تطور كافة المجتمعات البشرية على مر العصور. كما أنهما جانبان متلازمان في منظومة التقدم والتمدن كتلازم الجسم وظله.

تعرف الطاقة حسب المفاهيم الفيزيائية بأنها: القدرة على إنجاز شغل (Work)، ولهذا فإن القيام بأي عمل أو نشاط يتطلب طاقة ابتداءً من الأعمال البسيطة كرفع الأثقال إلى العمليات الصناعية المعقدة. بل إن الكائنات الحية لكي تتمكن من القيام بنشاطاتها الحيوية المختلفة فإنها بحاجة إلى طاقة، فعلى سبيل المثال تقوم عملية التمثيل الضوئي(Photosynthesis) في النباتات على الطاقة الضوئية المستمدة من الشمس.

تتضح علاقة الوقود بالطاقة أيضاً من خلال تعريفه، والذي هو عبارة عن المادة (Matter) المختزن فيها الطاقة الكيميائية نتيجة لشكل و تركيب ذراتها وجزيئاتها. ووفقاً لهذا التعريف، فإن استغلال مادة الوقود لإنتاج الطاقة يتم من خلال تحرير الطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الوقود، وتحويلها إلى طاقة حرارية يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية أو أي شكل آخر من أشكال الطاقة بحسب النشاط المراد عمله. تتماشى عملية استغلال مادة الوقود هذه مع قانون حفظ الطاقة، الذي ينص على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، وإنما تتحول من شكل لآخر.

بناءً على تعريف الوقود السابق، فإنه بالإمكان تقسيم مادة الوقود إلى مايلي:

الوقـود الأحفـــوري

يعتمد هذا النوع من الوقود في إنتاج الطاقة على حرق المادة العضوية المتحجرة في وجود الأكسجين. و لذا يطلق عليه اسم الوقود العضوي (Organic fuel) إشارة إلى أصله العضوي، حيث تكون من الكائنات الحية الميتة قبل ملايين السنين، والمطمورة تحت الأرض في معزل عن الأكسجين(O_2) ووجود ضغط و حرارة عاليين.

يتم الحصول على الوقود الأحفوري إما طبيعياً على شكل وقود أولي (Primary fuel) و يشمل الفحم الحجري، و النفط، والغاز الطبيعي. كما يمكن الحصول عليه بالطرق الصناعية، فيما يعرف بالوقود الصناعي أو الوقود الثانوي (Secondary Fuel)، الذي يتم الحصول عليه وفق عمليات تحويل فيزيائية ميكانيكية أو فيزيائية كيميائية. ويتمثل هذا النوع من الوقود بفحم الكوك، ومشتقات النفط، والغاز المصنع، وغيرهما.

تصنف استعمالات الوقود الأحفوري إلى: وقود طاقة يستخدم للحصول على طاقة حرارية ينتفع بها في تسخين الأفران والمفاعلات الكيميائية والمراجل البخارية لتوليد بخار الماء المستخدم في إدارة التربينات لتوليد الكهرباء. كما يندرج تحته الوقود المستخدم في تسيير وسائل المواصلات البرية والبحرية والجوية، المدنية منها والعسكرية على حد سواء. كذلك يعد وقود المنازل المستخدم لأغراض الطبخ والتدفئة والتبريد من أنواع وقود الطاقة، وهناك وقود تقني تستخلص منه المواد المفيدة في الصناعات الكيميائية والمتبقي منه يستغل كوقود حراري.

يمكن أن يصنف الوقود الأحفوري بحسب حالته الفيزيائية إلى مايلي:

● وقود صلب

يندرج تحت الوقود الصلب (Solid Fuel) الفحم الحجري بمختلف أنواعه، وهو يتكون بصفة أساسية من مركبات أروماتية معقدة متعددة الحلقات ذات إذابة جزيئية كبيرة، يدخل في تركيبها ـ بصفة أساسية ـ عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين مع كميات قليلة من عنصري النيتروجين والكبريت.

● وقود سائل

يشمل الوقود السائل (Liquid Fuel) النفط الخام ومشتقاته، والسوائل الهيدروكربونية، ورمال القار (Tar Sands)، وزيت السجيل (Shale Oil)، والوقود اللازم للمحركات.

النفط عبارة عن مزيج أسود لزج لعدد كبير من الهيدروكربونات المختلفة، مع نسب قليلة من مركبات عضوية تحوي الكبريت أو النيتروجين أو الأكسجين جدول(١). وقد أضفى هذا المحتوى الكربوني العضوي للنفط طبيعة غير قطبية تمنعه من الامتزاج مع الماء، وتجعله غالباً أقل كثافة منه؛ ولذا يوجد طافياً على سطحه.

لا شك في أن النفط قد سيطر بشكل كبير كمصدر أساس للطاقة. كما يعد أساس قيام الصناعات البتروكيميائية لمدة تربو على نصف قرن حتى يومنا هذا. ولعل تلك المكانة التي تبوأها النفط تعزى لتمتعه

المكون	النسبة المئوية (٪)
كربون	٨٣–٨٧
هيدروجين	١١–١٥
كبريت	٠,١–٨
أكسجين	٠,١–١,٧
أملاح عضو فلزية ذائبة	٠,٥
أملاح عضو فلزية غروية	٠,٠٣

● جدول (١) مكونات النفط الرئيسة ونسبها.

بعدد من السمات التي من أهمها:ـ

١ـ احتواؤه على منتجات شتى قابلة للفصل من خلال عملية التكرير، منها ما يستعمل كوقود، ومنها ما يستخدم لإنتاج زيوت التزييت ومذيبات نفطية، ومنها ما يدخل كمواد أولية في الصناعات البتروكيميائية.

٢ـ احتواؤه على كميات من الغاز الطبيعي التي يمكن فصلها عن النفط عند استخراجه من حقوله.

٣ـ سهولة نقله إلى مسافات بعيدة، سواء من خلال الأنابيب على اليابسة أو من خلال الناقلات العملاقة بحراً. علاوة على ذلك فهو يتميز بسهولة تخزينه.

٤ـ انخفاض تكاليف إنتاجه، ونقله، وتكريره، وعلو قيمته الحرارية مقارنة بالفحم الحجري.

٥ـ احتراقه ينتج كميات من المواد الملوثة أقل بكثير من تلك الناشئة عن حرق الفحم الحجري.

* **مكونات النفط**: وتشمل الهيدروكربونات التالية:ـ

ـ الهيدروكربونات البرافينية أو الألكانات (Paraffins or Alkanes): ولها صيغة عامة (C_nH_{2n+2}) وتعد مركبات مشبعة من حيث ارتباط ذرات الكربون فيها بذرات هيدروجين. تقع الأوزان الجزيئية لهذه المركبات في مجال يتراوح من الميثان ذي ذرة الكربون الواحدة إلى تلك الحاوية على ثمان وسبعين ذرة من الكربون. وتوجد المركبات الأربعة الأولى منها ـ الميثان (CH_4)، والايثان (C_2H_6)، والبروبان (C_3H_8)، والبيوتان (C_4H_{10}) ـ في صورة غازات، بينما توجد المركبات التي بها خمس ذرات كربون إلى ست عشرة ذرة كربون في الحالة السائلة، أما تلك التي تحوي أكثر من ست عشرة ذرة من الكربون فتوجد في الحالة الصلبة.

تتكون جزيئات البرافينات إما بشكل سلاسل مستقيمة (n-Paraffins) حيث(n) تعود لكلمة (Normal)، أو بشكل سلاسل متفرعة (Branched Chain Paraffins)،كما تعد الألكانات المتفرعة من الناحية الكيميائية متماكبات تركيبية(Isomers) للألكانات المستقيمة المقابلة التي لها العدد نفسه من ذرات الكربون وذرات الهيدروجين، أي لها الوزن الجزيئي نفسه، ولكنها مختلفة عنها في طريقة ارتباط الذرات وشكلها الفراغي. إن هذا الاختلاف الفراغي بين المتماكبات ذات الوزن الجزيئي الواحد يعمل على اختلاف خواصها الفيزيائية كدرجة الغليان ودرجة الانصهار، واختلاف خواصها الكيميائية كخواص الاحتراق. ويزداد عدد متماكبات ألكان ما، بزيادة عدد ذرات كربونه.

تسود الألكانات في المشتقات النفطية الخفيفة، بينما تقل نسبتها في المشتقات النفطية ذات درجات الغليان المرتفعة.

ـ الهيدروكربونات النفثينية أو الألكانات الحلقية (Naphthenes or Cycloalkanes): وهي عبارة عن الصورة الحلقية للبرافينات، وتجمعها الصيغة العامة (C_nH_{2n})، وبسبب تحلقها فإن محتواها الهيدروجيني يقل أو يزيد بذرتي هيدروجين عن نظيراتها من الألكانات، وتتكون الألكانات الحلقية من حلقة واحدة أو أكثر، مع وجود أو عدم وجود سلاسل ألكانية جانبية. تقع درجات غليان النفثينات بين درجة غليان الألكانات المستقيمة والألكانات المتفرعة.

تعد الهيدروكربونات النفثينية أكثر المركبات انتشاراً في النفط. ويتواجد كل من البنتان الحلقي والهكسان الحلقي في قطفات النفط ذات درجات الغليان المنخفضة، بينما توجد النفثينات ذات الحلقتين في الكيروسين. أما المشتقات الثقيلة فتحوي الألكانات الحلقية ذات الأربع والخمس حلقات.

ـ الهيدروكربونات العطرية (Aromatics): وتتميز بعدم تشبعها بذرات الهيدروجين، واحتوائها على روابط ثنائية متناوبة، وتجمعها الصيغة العامة (C_nH_{2n-6}) حيث (n) ستة أو أكثر، وعليه فإن البنزين (Benzene) يمثل أبسط مركبات هذه المجموعة.

توجد في النفط مركبات عطرية بها حلقتا بنزين، وثلاث حلقات، وأربع حلقات. أما كمية الهيدروكربونات العطرية في النفط فتختلف باختلاف مصدره. وعادة ما تحتوي القطفات ذات درجات الغليان المنخفضة على كميات أقل من الهيدروكربونات العطرية، مقارنة بالقطفات ذات درجات الغليان المرتفعة. أما قطفات الكيروسين فتحتوي مركبات عطرية ذات حلقة واحدة بها سلاسل ألكيلية طرفية، وعلى النفثالين ومشتقاته. أما مشتقات النفط الثقيلة فإنها تحوي هيدروكربونات ذات حلقات عطرية ونفثينية في آن واحد، ومركبات البنزين ذات السلاسل الجانبية الطويلة، والعطريات متعددة الحلقات، ومشتقات النفثالين.



ـ مركبات غير هيدروكربونية: وتوجد بكميات ضئيلة وهي غير مرغوبة، لأنها تؤثر سلباً على عمليات تقطير النفط، حيث تسبب تآكل الأنابيب وانسدادها بفعل الترسبات المتخلفة على أسطحها الداخلية؛ مما يعمل على خفض عمر الأنابيب ومعدات التسخين؛ ولذا يجب فصلها. تقسم هذه المواد إلى أربع مجاميع:ـ

١ـ مركبات الكبريت (Sulfur Compounds): وتوجد على هيئة مركبتانات (Mercaptanes, R-SH)، وإيثرات كبريتية (Thioethers, R-S-R)، وثنائي كبريتيد ثنائي الألكيل (Dialkyl Disulfide, RS-SR)، وعلى هيئة مركبات حلقية مثل الثيوفين (Thiophene) كذلك يتواجد غاز كبريتيد الهيدروجين مصاحباً للنفط في مكامنه، ويتم فصله في فاصلات الغاز عند رأس البئر.

يعمل وجود الكبريت في وقود السيارات على خفض قدرة المحرك، ويضر بالبيئة حيث تسبب أكاسيد الكبريت ـ الناتجة عن احتراق الوقود المحتوي على الكبريت ـ الأمطار الحمضية، لذا كان لزاماً إزالة مركبات

الكبريت من مشتقات النفط، أو العمل على تقليل تركيزها بشكل كبير.

٢ـ مركبات الأكسجين (Oxygen Compounds): وتوجد على هيئة أحماض نفثينية (حموض كربو كسيلية بها حلقة نفثينية)، وفينولات (Phenols)، وكيتونات (Ketones)، وإيثرات (Ethers)، حيث تساعد الأحماض على تشكل مستحلب مائي في الزيت فضلاً عن أنها تسبب مشاكل تآكل.

٣ـ مركبات النيتروجين (Nitrogen Compounds): وهي مركبات حلقية يكون النيتروجين فيها ضمن تصميم الحلقة. وهي إما أن تكون أحادية الحلقة كالبيرول (Pyrrole)، والبيريدين (Pyridine)، وإما أن تكون ثنائية الحلقة مثل الكينولين (Quinoline)، وإما أن تكون ثلاثية الحلقة مثل الكاربازول (Carbazole) والمركبات العضومعدنية (Organometallic Compounds)، وهي مسؤولة بشكل أساس عن تكون الرماد المتخلف نتيجة حرق الزيت الخام. وتتميز هذه المركبات بثباتها، وحاجتها إلى درجات غليان أعلى من ٥٠٠ْم حتى تتطاير. لذا فإنها توجد في مشتقات النفط الثقيلة. يعمل تواجد هذه المركبات على تسمم المحفزات المستخدمة في تحويل مشتقات النفط الثقيلة، إلى منتجات ذات فائدة أعلى؛ و لذا لا بد من العمل على إزالتها قبل الشروع في معالجة المشتقات الثقيلة.

● الوقود الغازي

يصنف تحت الوقود الغازي (Gaseous Fuel) العديد من الغازات. منها ـ على سبيل المثال ـ الغاز الطبيعي (Natural Gas)، وغازات النفط المسيلة (Liquefied Petroleum Gases: LPG)، وغازات تكرير الزيت (Refinery Oil Gases)، وغاز الفرن العالي (Blast Furnace Gas)، وغاز الفحم الحجري (Coal Gas)، وغاز التكسير (Cracking Gas)، وغاز التصنيع (Synthesis Gas) ، وغيرها من الغازات التي يحصل عليها صناعياً من التقطير الإتلافي، أو ما يعرف بعملية الكربنة(Carbonization Process) للوقود الصلب، ومن عمليات تغويز (Gasification Process) الوقود الصلب والسائل (عمليات تحويل الوقود الصلب والسائل إلى غاز).

يعد الوقود الغازي من أهم أنواع الوقود المستخدم في محطات توليد الطاقة، ومحطات تكرير المياه، ومصانع الأسمنت والأسمدة الكيميائية، والمنازل.

يمكن الحصول على الوقود الغازي من مصادر طبيعية، فقد يكون مصاحباً للنفط أو متواجداً في آبار مستقلة. إن تواجده المستقل يدل على أن الغاز الطبيعي قد هاجر من خلال الصخور المسامية بعيداً عن النفط. كذلك يمكن الحصول على الغاز الطبيعي من مصدر صناعي. بواسطة الحرق الإتلافي للوقود الصلب أو السائل.

*** مميزات الوقود الغازي**: ومن أهمها:ـ

١ـ سهولة ضخه للأفران دون الحاجة لأي معالجة فيزيائية.

٢ـ احتراقه بصورة كاملة في وجود زيادة بسيطة من الهواء، وبالتالي يعطي كفاءة حرارية أعلى.

٣ـ لا يخلف احتراقه رماداً، أو دخاناً، أو شوائب أخرى.

٤ـ إمكانية التحكم باللهب و درجة الحرارة.

٥ـ الأقل سعراً من بين أنواع الوقود؛ نظراً لتوفره بكميات كبيرة، وسهولة الحصول عليه، و ارتفاع قيمته الحرارية.

*** عيوب الوقود الغازي**: ومنها:ـ

١ـ صعوبة تخزينه وتسويقه لمسافات طويلة، حيث يتم ذلك تحت ضغط عال.

٢ـ خطورة تسربه من الأوعية والأنابيب الحاوية له؛ مما قد يؤدي لانفجار وحريق.

*** أنواع الوقود الغازي:** ومن أهمها ما يلي:ـ

١ـ الغاز الطبيعي (Natural Gas): ويعد الأكثر أهمية والأكثر استخداماً، وهو غاز عديم اللون والرائحة. يستخدم مصدراً لإنتاج الطاقة الحرارية حيث تتراوح قيمته الحرارية ما بين ٣٧ إلى ٤١ ألف كيلوجول/م٣، كما أنه يدخل في كثير من عمليات التحضير العضوي لإنتاج الكحول الميثيلي، والمطاط الصناعي، والمركبات ذات الجودة العالية لوقود المحركات.

يشكل الميثان المكون الرئيس في الغاز الطبيعي، ثم يليه الإيثان من حيث الوفرة. كذلك يحوي كميات قليلة من البروبان، والبيوتان، وكميات قليلة من الهيدروكربونات الأثقل تبعاً لمصدره. وبجانب هذه الهيدروكربونات، فإنه يحوي على كبريتيد الهيدروجين، وثاني أكسيد الكربون، والنيتروجين، والهيليوم، وبعض الغازات النبيلة الأخرى حيث تتفاوت نسب هذه المواد في الغاز من حقل لآخر.

يصنف الغاز الطبيعي إلى نوعين هما:ـ

(أ) الغاز الجاف: ويكون في حقل مستقل غير مختلط بالنفط، ولذا يسمى أيضاً بالغاز الحر (Free Gas)، وهو يتكون من هيدروكربونات غازية ذات أوزان جزيئية منخفضة غالبيتها من الميثان.

(ب) الغاز الرطب: هو الغاز المرافق للنفط في حقل واحد حيث يكون الغاز المفصول عند رأس البئر حاوياً على هيدروكربونات سائلة في الطور الغازي كالبنتان و الهكسان. وتكون نسبة البروبان و البيوتان في الغاز الرطب أعلى منها في الغاز الجاف، بينما نسبة الميثان في الغاز الرطب أقل منها في الغاز الجاف، ولذا فإن الغاز الرطب ذو قيمة حرارية أعلى منها للغاز الجاف.

٢ـ غازات تكرير الزيت (Refinery Oil Gases): وتنتج بشكل غير متعمد عند إجراء عمليات تكرير النفط، ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع:ـ

(أ) غازات التقطير (Distillation Gases): وهي غازات هيدروكربونية ذائبة في النفط، ولذا يتحصل عليها من أعلى برج التقطير، أو مع قطفة النفثا الخفيفة أثناء القيام بعملية تقطير النفط.

تختلف كمية هذه الغازات وتركيبها وفقاً لنوع النفط الخام. كما تتواجد مع هذه الغازات كمية من الهيدروكربونات الغازية الثقيلة، وهي مركبات مشبعة يستفاد منها في إنتاج غازات النفط المسيلة، وكوقود في وحدات التكرير المختلفة.

(ب) غازات التكسير (Cracking Gases): وتنتج من عمليات تكسير القطفات النفطية بغية

إنتاج وقود المحركات ومشتقات وسطية. وتعتمد كمية هذه الغازات وتركيبها بشكل مباشر على نوع عملية التكسير المتبعة، سواء أ كانت تكسيراً حرارياً أم تكسيراً في وجود عامل محفز. كما تعتمدان على ظروف عملية التكسير من درجة حرارة، وضغط، وزمن تفاعل.

تستخدم هذه الغازات كوقود في محطات التكرير، وكمادة أولية للصناعات البتروكيميائية القائمة على الأوليفينات (الألكينات).

(ج) غازات المعالجة: وتنشأ عن عملية إصلاح الجازولين لرفع عدده الأوكتاني، إذ ينتج خليط من الهيدروكربونات المشبعة بغاز الهيدروجين. وتعتمد كمية هذه الغازات وتركيبها على نوع عملية الإصلاح، وعلى ظروفها من حرارة وضغط. كما أن هذه الغازات تكون مصحوبة بكمية من الغاز الرطب، وغاز الهيدروجين اللذين يفصلان حتى يستفاد منهما.

٣ـ غازات النفط المسيلة: وتعد وقوداً أولياً ناشئاً عن المعالجة الفيزيائية للنفط الخام أو الغاز الطبيعي. وتتركب هذه الغازات بشكل أساس من غازي البروبان والبيوتان في حال الحصول عليها من الغاز الطبيعي الرطب. أما عند الحصول عليها من عمليات تقطير النفط الأولية وعمليات التكسير والإصلاح فإن غازي البروبان والبيوتان يكونان مصحوبين بكميات صغيرة من البروبين (propene) والبيوتين (butene).

الوقـود النـووي

يعتمد هذا النوع من الوقود على استغلال الطاقة النووية من خلال إحدى العمليتين التاليتين:ـ

● الانشطار النووي

تتم عملية الانشطار النووي (Nuclear fuel) عند قذف أنوية العناصر الثقيلة غير المستقرة والنشطة إشعاعياً بالجسيمات المناسبة كالنيوترونات والبروتونات. ومثال ذلك ما يحصل في المفاعلات النووية نتيجة قذف نواة نظير اليورانيوم ـ٢٣٥ (uranium-235) بالنيوترون لتنتج أنوية وليدة ذات أوزان



● مفاعل نووي.

متوسطة. وذلك وفقاً للمعادلة التالية:ـ

$$_{235}U^{235} + {}_0n^1 \longrightarrow {}_{92}U^{236} \longrightarrow {}_{36}Kr^{89} + {}_{56}Ba^{144} + 3\,{}_0n^1 + 177\ MeV$$

● الاندماج النووي

يمكن استغلال الطاقة النووية لأنوية الذرات الخفيفة من خلال عملية اندماج نواتين لإنتاج نواة أثقل مع إنتاج طاقة حرارية كبيرة. ويمكن التمثيل لهذا النوع من التفاعلات النووية باندماج نواتي هيدروجين (hydrogen) لتكوين نواة هيليوم (helium) كما يلي:ـ

$$_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1$$

$$_1H^2 + {}_1H^3 \longrightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$$

تعد عملية اندماج نواتي الهيدروجين هي المسؤولة عن الطاقة الحرارية التي تبثها إلينا الشمس، وعن القوة التدميرية للقنبلة الهيدروجينية.

وقـود الهيدروجين

تمتلك ذرة الهيدروجين برتوناً واحداً في نواتها، وإلكتروناً واحداً يدور حول نواتها. مما يجعلها أول عنصر في الجدول الدوري للعناصر. تُعرف نواة ذرة الهيدروجين الحاوية فقط على بروتون بالبروتيوم، وهذه أكثر النظائر شيوعاً في الطبيعة (نسبة وجوده ٩٩,٩٨٥٪). أما إذا احتوت النواة على نيوترون إضافة للبروتون؛ فإنه يتكون ما يعرف بنواة نظير الديوتريوم (نسبة وجوده ٠,٠١٥٪). لكن في حال تواجد نيوترونين مع البروتون في النواة فإنه يؤدي لنشوء نواة نظير التريتيوم المشع. وعليه: فقد وجد أن متوسط كتلة ذرة الهيدروجين يبلغ ١,٦٧٣٢٩×١٠^-٢٤ جراماً. تعد ذرة الهيدروجين نشطة جداً كيميائياً، حيث تميل لفقد إلكترونها، أو المشاركة به في عمل روابط تساهمية، أو تعمل على اكتساب إلكترون آخر ليصبح مستوى الطاقة الإلكتروني الأول بها مملوءاً، وتصبح مشابهة في توزيعها الإلكتروني لذلك التوزيع الذي تمتلكه ذرة الهيليوم. تعتمد طريقة الارتباط الكيميائي لذرة الهيدروجين على الطبيعة الكيميائية للذرة الأخرى المرتبط بها. ولذا فإن غاز الهيدروجين ينشأ عن ارتباط ذرتي هيدروجين برابطة تساهمية قوية.

يعد غاز الهيرروجين أخف غاز، وهو غاز غير سام عديم اللون، والطعم، والرائحة. ويتميز بقدرة انتشار عالية جداً نظراً لخفته، وبتوصيلية حرارية هائلة. ويمكن اسالته تحت الضغط الاعتيادي عند درجة حرارة –٢٥٢,٨٨ْم. وتبلغ كثافة الهيدروجين السائل ٠,٠٧٠٩٩ جم/سم٣

يعد غاز الهيدروجين المادة الأكثر توافراً في الكون، إذ يقدر بثلاثة أرباع ما في الكون من مادة. أما على سطح الكرة الأرضية، فإن الماء يعد أكثر الصور الكيميائية التي يتواجد فيها الهيدروجين.

● مصادر غاز الهيدروجين

لا يتواجد غاز الهيدروجين على سطح الكرة الأرضية بكميات وفيرة. ولذا لابد من تحضيره كيميائياً. فعلى سبيل المثال ـ لا الحصر ـ يمكن تحضيره بإحدى الطرق التالية:ـ

١ـ التحليل الكهربائي للماء في وجود عامل محفز من مادة موصلة (إلكتروليت) حمضية (مثل حمض الكبريت)، أو قاعدية (مثل هيدروكسيد الصوديوم) لرفع التوصيلية الكهربية المنخفضة للماء، فتسهل عملية تفككه كهربائياً. وبذلك يتصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط (القطب السالب لخلية التحليل الكهربائي)، بينما يتصاعد غاز الأكسجين عند المصعد (القطب الموجب للخلية).

٢ـ تحلل الماء بواسطة الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، حيث يعتمد على مصادر الطاقة المتجددة هذه لتقليص تكاليف توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لعملية تحليل الماء.

٣ـ العمليات الحرارية الكيميائية: وهي

عبارة عن سلسلة تفاعلات كيميائية ماصة للحرارة تكون محصلتها إنتاج الهيدروجين بحيث يتم توليد المواد المستهلكة مرة أخرى في جميع الخطوات لتكون العملية دائرية واقتصادية.

٤ـ عملية الإصلاح البخاري للميثان لينتج بذلك مزيج من غازي الهيدروجين وأول أكسيد الكربون (يعرف هذا الخليط بغاز التصنيع) كما توضحه المعادلة الكيميائية التالية:ـ

$$CH_4 + H_2O \longrightarrow 3H_2 + CO$$

ويمكن زيادة كمية الهيدروجين الناتجة من خلال أكسدة أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون بفعل الماء في وجود عامل حافز (تعرف هذه العملية بانزياح ماء ـ غاز) كما يلي:ـ

$$CO + H_2O \longrightarrow H_2 + CO_2$$

وتعد عملية الإصلاح البخاري للماء أهم عملية في الوقت الحاضر لإنتاج معظم الهيدروجين المحضر في العالم.

٥ـ تفاعل الأحماض مع المعادن: تستخدم للحصول على الهيدروجين في المختبرات. فمثلاً يمكن في المختبراللجوء لعملية ذوبان معدن الخارصين في حمض الهيدروكلوريك كما في المعادلة الكيميائية التالية:ـ

$$Zn_{(s)} + 2HCL_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

● مزايا وقود الهيدروجين

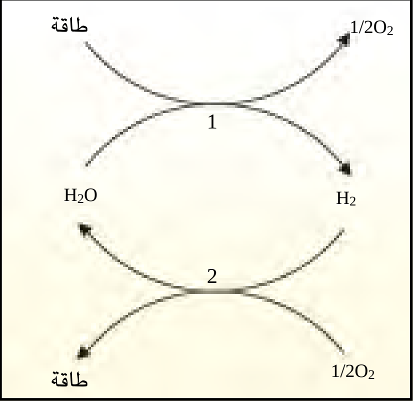
هناك عدداً من السمات التي يتمتع بها الهيدروجين جعلته محط أنظار العلماء لاستخدامه كمصدر للطاقة اللازمة للعمليات الصناعية و حركة المواصلات اليومية. من هذه المزايا ما يلي:ـ

١ـ إمكانية توليده من تحلل الماء الذي يعد مادة ابتداء رخيصة، ومتوفر بكميات هائلة.

٢ـ وقود نظيف لايعمل على تلويث البيئة، ولا إلحاق الضرر بها؛ لأن الماء هو الناتج الرئيس نتيجة احتراق الهيدروجين في الهواء.

٣ـ إن عمليتي تفكك الماء واحتراق الهيدروجين متكاملتان؛ لأن المواد التي تستهلك في إحداهما يتم توليدها في الأخرى، وعليه تنشأ دورة تستهلك فيها الطاقة دون المواد الأولية، كما هو موضح في شكل(١).

٤ـ يمتلك غاز الهيدروجين أعلى كمية طاقة يمكن أن تنتج عن وحدة الكتلة. فاحتراق



● شكل (١) .

كيلوجرام واحد من الهيدروجين يولد قدراً مكافئاً من الطاقة الناتجة عن احتراق ٢١٠٠ جرام من الغاز الطبيعي، ونفس القدر من الطاقة الناشئة عن احتراق ٢٨٠٠ جرام من الجازولين.

● مخاطر غاز الهيدروجين

تكمن أكبر عوائق استخدام غاز الهيدروجين كوقود في إمكانية إحداثه لحرائق وانفجارات. إذ إنه قابل للانفجار في الهواء في مدى أوسع من النسب الحجمية مقارنة بالجازولين والغاز الطبيعي. كما أنه يشتعل بفعل الشرارة الكهربائية بسهولة أكثر من الجازولين والغاز الطبيعي. ونظراً لكونه عديم اللون والرائحة والطعم، فإن هذا يجعل عملية اكتشاف تسربه صعبة. علاوة على ذلك فإن احتمالية تسربه من اسطواناته والأنابيب الناقلة له أعلى بكثير من أي غاز آخر، وهذا يعزى لصغر حجمه الجزيئي.

يشكل الهيدروجين السائل أيضاً مصدر خطر لبرودته العالية، فعند التقائه بالهواء، فإنه يعمل على تجمد الأكسجين والنيتروجين مما ينتج عنه خليط متفجر لحظياً يزول خطره بالتبخر السريع لهذا الخليط وتشتته وانتشاره عند الظروف الاعتيادية.

الغاز الحيوي

يطلق اسم الغاز الحيوي (Biogas) على خليط من عدة غازات أهمها غاز الميثان (CH_4) والذي تصل نسبته إلى حوالي ٧٠٪، وينتج هذا الغاز بفعل التحلل غير الهوائي للمواد العضوية الموجودة في المخلفات الحيوية للحيونات والنباتات والمنتجات الثانوية من أصل حيواني ونباتي وبقايا المواد العضوية في الأطعمة أو مياه الصرف الصحي أو مياه المعالجة الصناعية أو غيرها إلى مكوناتها الأساسية، وتسمى هذه العملية بعملية التخمير، ويعد الغاز الحيوي منافساً للغاز الطبيعي من حيث الخصائص الطبيعية وطاقة الاحتراق.

ينتج من عملية التخمر إلى جانب غاز الميثان (٦٠-٨٠٪) غازات أخرى، مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة(٢٠-٣٥٪) ونسب قليلة من غازات النشادر، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، وكبريتيد الهيدروجين.

تتكون وحدة إنتاج الغاز الحيوي من أجزاء كثيرة أهمها حجرة التخمير، وحجرة التغذية، وحجرة المخلفات، وبعض الأجزاء الإضافية، مثل: جهاز تكسير المواد العضوية وطحنها، وجهاز فرز المواد غير الملائمة للتخمير ، إضافة إلى مضخات تغذية وتفريغ حوض التخمير وأحواض لتخزين المواد سواء لتجهيزها لحوض التخمير أو للتخلص من المواد المتعفنة.

تصنف منشآت توليد الغاز الحيوي إلى نوعين رئيسيين بحسب شكل حجرة التخمير، وهما: المخمر الهندي: ويوجد منه في الهند أكثر من ٢٠٠ ألف منشأة، والمخمر الصيني: والذي يوجد منه في الصين لوحدها أكثر ٢٠ مليون منشأة.

يكثر وجود منشآت الغاز الحيوي في المناطق الريفية البعيدة عن المناطق الحضرية والتي لاتصل إليها خدمات الطاقة الكهربائية، وبذلك يستخدم كمصدر للطاقة للإنارة والتدفئة والطهي ووقود لوسائل النقل. ومن فوائده تخليص البيئة من النفايات، كما أن مخلفات تصنيع الغاز تستخدم كمخصبات جيدة للتربة، وحماية المياه الجوفية من التلوث، وتقوية الاقتصاد عن طريق إيجاد فرص عمل في المناطق النائية مما يقلل من الهجرة إلى المدن الكبيرة، وبالتالي التخفيف من الإزدحام فيها. ومع قلة التكاليف وسهولة إنتاجه إلا أن هناك بعض المعوقات التي تحد من الاستفادة منه على نطاق واسع، مثل:

صعوبة نقله من خلال شبكة الغاز الطبيعي، وعدم توفره في كل مكان، والحاجة إلى وجود محطات خاصة لتزويد وسائل النقل بما تحتاجه وفي جميع الأوقات، إضافة إلى كونه يحتوي على بعض الشوائب الضارة مثل كبريتيد الهيدروجين.

وأسوة ببعض البلدان التي قطعت شوطاً كبيراً في هذا المجال كالصين والهند فإن بعض الدول العربية مثل سوريا والأردن بدأت التخطيط واعتماد المشاريع والبرامج للاستفادة من هذه الوسيلة التي تعد من مصادر الطاقة المتجددة وغير المكلفة، والمفيدة في نفس الوقت في حماية البيئة من التلوث.

طاقة الكتل الحيوية

تعد الكتل الحيوية مصدراً للطاقة الحيوية يتوفر محلياً بحيث يمكن من خلالها توفير الكهرباء والحرارة سواءً بحرقها مباشرة للحصول على الطاقة أو من خلال إنتاج أنواع الوقود المشتقة منها سواء السائلة أو الغازية أو الصلبة. ويمكن لوقود الكتل الحيوية أن يحل محل أنواع الوقود الأحفوري المستورد، وبذلك يدعم الأمن الوطني في مجال الطاقة وينوع مصادرها، كما يساعد استخدام الوقود الحيوي إذا ما أدير بشكل مناسب في توفير طاقة نظيفة تساهم في التنمية المستدامة وتخفف من الشواغل البيئية.

تشمل أنواع الوقود الحيوي الحطب والفحم النباتي والسائل الأسود والغاز الذي ينتج من التقطير الإتلافي للخشب، والروث الحيواني. يمثل الوقود الحيوي المصدر الرئيسي لإنتاج الطاقة في أغلب البلدان الأفريقية والجزء القاري من جنوب شرق آسيا.

تتمثل أهم المحاذير من استخدام الكتل الحيوية كمصدر للطاقة أن لا ينافس الإنتاج الغذائي، إذ يجب أن تكون الأولوية لإنتاج الغذاء.

الأستيلين

يعد الأستيلين (كما يطلق عليه اسم الإيثين) من المركبات الهيدروكربونية حيث يتكون من ذرتي كربون وذرتي هيدروجين، ترتبط ذرتي الكربون برابطة ثلاثية، وهو مادة كيميائية قابلة للاحتراق، ينتج عن احتراقه ـ عند خلطه مع الأكسجين ـ كمية حرارة تصل إلى أكثر من ١١٨٠٠جول/جرام. أما درجة حرارة لهبه فتصل إلى أكثر من ٣٣٠٠م°.

يتم الحصول على الأستيلين بعدة طرق من أهمها تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء. كما يتم الحصول عليه للاغراض الصناعية من تكسير النفط الخام.

يستخدم الأستيلين في الصناعة، ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال يشكل مايستخدم في تصنيع المواد الكيميائية مثل الإيثانول وكلوريد الفينيل (المستخدم في صناعة البلاستيك) حوالي ٨٠٪ من الإنتاج السنوي، بينما تستخدم النسبة الباقية في الوقود اللازم لتوليد شعلة الأكسجين الأستيلينية التي تستخدم في عملية قطع ولحم المعادن.

وقود الصواريخ

يولد وقود الصواريخ قوة دفع تتجه إلى الخلف في النفاثات ذات السرعة العالية نتيجة لتحول الوقود الدافع إلى غاز شديد الحرارة فيتمدد ويندفع بشدة من خلال فتحة في مؤخرة الصاروخ تؤدي إلى دفع الصاروخ بالاتجاه المعاكس (قانون نيوتن الثالث). يصنف وقود الصواريخ إلى ما يلي:

● وقود الدفع الصلب

يعد وقود الدفع الصلب من أقدم أنواع وقود الصواريخ، فقد استخدم منذ مئات السنين في الصين في الألعاب النارية. يتكون الوقود الصلب في الغالب من الوقود والمؤكسد (Oxidizer)، يتكون وقود القذائف من مسحوق الفحم والمحفز من (الكبريت) والمؤكسد (نترات البوتاسيوم).

يتميز وقود الدفع الصلب بسهولة نقله وتخزينه والتعامل معه أكثر من غيره من الأنواع الأخرى، وهذا يجعله أكثر ملاءمة للاستخدام في الأغراض العسكرية، كما أن السهولة في الاستخدام تجعل وقود الدفع الصلب الخيار الأمثل عندما تكون الحاجة إلى قوة دفع كبيرة، ومع ذلك فإن قوة الدفع (Specific Impulse) بالنسبة لوحدة الوقود تعد ضعيفة. ومن عيوبه عدم إمكانية إيقاف الاحتراق قبل أن ينتهي الوقود.

● وقود الدفع السائل

يتميز هذا الوقود بقوة دفع بالنسبة لوحدة الوقود أفضل من الوقود السائل، كما أنه قابل للضغط أو الخنق (Throttled)، والإيقاف، وإعادة التشغيل مرة أخرى. من أهم أنواع وقود الدفع السائل الشائعة الاستخدام ما يلي:

ـ **الأكسجين السائل مع الكيروسين**، وتعد هذه التوليفة الأكثر ملاءمة لإطلاق الصواريخ إلى المدارات القريبة للأغراض المدنية.

ـ **الأكسجين السائل والهيدروجين**، ويستخدم في الصواريخ التي تحمل المركبات الفضائية.

ـ **رباعي أكسيد النيتروجين والهيدرازين**، ويستخدم في صواريخ الأغراض العسكرية والمدارات والفضاء البعيد، لأن كلا منها سائلاً قابلاً للتخزين لفترة طويلة تحت ضغط ودرجة حرارة مناسبة.

● وقود الدفع الهجين

تستخدم صواريخ وقود الدفع الهجين (Hybrid Propellants) وقوداً صلباً مع مؤكسد سائل أو غاز. يعمل السائل المؤكسد على جعل الوقود قابلاً للضغط وإعادة تشغيل المحرك، حاله كحال الوقود السائل المستخدم في الصواريخ. كما أن هذا الوقود أنظف من وقود صواريخ الدفع بالوقود الصلب نتيجة كفاءته العالية.





الغاز الطبيعي

يطلق مصطلح الغاز الطبيعي على الغازات الطبيعية التي تستخرج من باطن الأرض، سواء أكانت مصاحبة للنفط (الغاز المصاحب)، أم منفصلة عنه (الغاز الحر) في مكامن خاصة. ويعد الغاز الطبيعي من المصادر الحيوية والرئيسة لإمداد العالم بالطاقة، فهو ينافس أنواع الوقود الأخرى لسهولة استعماله، وخلوه من الملوثات، حيث يعد أكثر مصادر الطاقة نظافة وأمناً. وهو غاز عديم اللون والرائحة، ولكن عند استخدامه تجارياً يتم خلطه بكميات ضئيلة من الكبريت القوي الرائحة، مثل إثيل مركبتان؛ لتتبع آثار الميثان في حالة حدوث تسريب.

د. سليمان بن إبراهيم الميمان

يتكون الغاز الطبيعي بشكل أساسي من الميثان، إلا أنه قد يحتوي على الإيثان والبروبان والبيوتان والبنتان بنسبة تصل إلى ٣٠ ٪ من حجم الغاز الطبيعي، فضلاً عن ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والنيتروجين والكبريت وبعض الغازات الخاملة، جدول (١). وعندما يتكون الغاز الطبيعي بشكل أساسي من الميثان، فإنه يسمى الغاز الجاف، أما عندما يكون معه غازات هيدروكربونية أخرى فإنه يسمى بالغاز الرطب.

يستخدم الميثان والإيثان كمصدرين للطاقة في وحدات صناعية كثيرة، كصناعة الحديد الإسفنجي، وصناعة الزجاج، والألومنيوم،

الغاز	الصيغة	النسبة (٪)
الميثان	CH_4	٧٠-٩٠
الإيثان	C_2H_6	٠-٢٠
البروبان	C_3H_8	٠-٢٠
البيوتان	C_4H_{10}	٠-٢٠
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	٠-٨
أكسجين	O_2	٠-٠,٢
نيتروجين	N_2	٠-٥
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	٠-٥
غازات نادرة	A,He,Ne,Xe	كميات ضئيلة

■ جدول (١) التركيب التقليدي للغاز الطبيعي.

والفخار، والأسمنت، أما البروبان والبيوتان فيستخدمان بشكل كبير كوقود للأغراض المنزلية، وفي العديد من الصناعات البتروكيمائية وعموماً يستخدم الغاز الطبيعي كمادة في تسهيل استخراج النفط.

تكون الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي: هو وقود أحفوري، مثل الزيت والفحم، ويعتقد أنه بقايا من نباتات وحيوانات وميكروبات عاشت منذ ملايين السنين، من خلال تحول المادة العضوية بفعل الميكروبات الدقيقة اللاهوائية والقريبة من سطح الأرض. وغالبا ما يتم فقد الميثان المتكون بهذه الطريقة إلى الجو. وفي ظروف معينة، يمكن حبس الغاز تحت سطح الأرض وإعادة استخلاصه كغاز طبيعي.

كذلك يمكن أن يتكون الميثان من الغاز الطبيعي من خلال عمليات التناسخ، حيث توجد الغازات الغنية بالهيدروجين والكربون في أعماق بعيدة جدا من القشرة الأرضية وعند ارتفاع تلك الغازات تدريجيا باتجاه القشرة؛ فإنها تتفاعل مع المعادن التي توجد تحت سطح الأرض في غياب الأكسجين، مكونة الميثان، الذي يتحرك باتجاه سطح الأرض تحت ضغط عال.

وعلى الرغم من وجود عدة طرق لتشكل الميثان والغاز الطبيعي، إلا أنه بسبب كثافته المنخفضة يرتفع باتجاه سطح الأرض من خلال الصخور الطفلية المتفككة والمواد الأخرى لينتشر في الهواء. كما أن هناك جزءً كبيراً من هذا الميثان المتكون يرتفع داخل طبقات من الصخور المسامية والرسوبية، المغطاة بطبقة صخرية كثيفة غير نفاذة، تحبس الغاز الطبيعي تحت الأرض. وعندما تكون هذه التكونات كبيرة جداً، فإنها تحبس كميات كبيرة من الغاز الطبيعي تحت سطح الأرض مكونة ما يعرف بالمكمن (Reservoir). هناك أنواع كثيرة من هذه التكونات، لكن أكثرها شيوعاً يتكون عندما تكون الصخور الرسوبية غير النفاذة على شكل قبة تمثل المظلة التي تحبس الغاز الطبيعي الذي يطفو باتجاه السطح. وعندما تحتوي تلك المكامن على الزيت أيضاً فإن الغاز يطفو فوق سطح الزيت لأنه أقل كثافة من الزيت والماء.

يمكن الحصول على الغاز الطبيعي المحتبس في هذه المكامن، بحفر ثقب خلال الصخور غير النفاذة مما يجعل الغاز المحتبس تحت ضغط عال ليخرج من المكمن بمفرده.

هناك طرق أخرى غير تقليدية (unconventional) للحصول على الغاز الطبيعي، تعتمد على تقنية الحفر إلى أعماق بعيدة تحت سطح الأرض تتجاوز خمسة آلاف متر مقارنة بالطرق التقليدية التي لا يتجاوز عمق الحفر فيها ثلاثة آلاف كحد أقصى. وبصورة اساسية هناك ستة

تصنيفات رئيسية للغاز الطبيعي غير التقليدي، وهي:–

١– غاز الطبقات العميقة (deep gas).
٢– غاز الطبقات الضيقة (tight gas).
٣– الطفل الحاوي للغاز (gas-containing shales).
٤– ميثان الفحم.
٥– ميثان المناطق الأرضية المضغوطة (تكونات طبيعية تحت سطح الأرض توجد عادة تحت ضغط عال لعمقها).
٦– ميثان هيدرات القطب الشمالي وتحت البحار (من أحدث التقنيات اكتشافاً)، وهي عبارة عن تكونات من المياه المتجمدة الشبكية التي تشكل هيكل قفصي الشكل حول جزيئات الميثان).

أنــــواع الغــــاز الطبيعي

يعْتَقد معظم العلماء أن الغاز الطبيعي قد تكون تحت سطح الأرض، وأن القوى الطبيعية التي كوّنت الغاز ـ بإذن الله ـ هي نفسها التي كوّنت النفط، لذلك: يوجد الغاز الطبيعي في الغالب مع الرواسب النفطية مصاحباً للنفط ـ يطلق عليه الغاز المصاحب (Associated gas) أو قريباً منه بصورة منفردة، ويسمى الغاز الحر (Non associated gas)، وتستخدم نفس طرق الاستكشاف والحفر لكلا النوعين من الغاز. وغالبا ما يحتوي الغاز الحر على الميثان بشكل أساسي (حوالي ٩٠٪)، مع كميات قليلة من الإيثان والبروبان (حوالي ٣٪)، أما البيوتان فيشكل نسبة ضئيلة منه، كما تنعدم المكونات التي تتكثف بسهولة، مثل الجازولين،وهنا يطلق عليه مسمى (الغاز الجاف)، ويستخدم في تحضير غاز التصنيع (أو الاصطناع) (Synthesis gas)، وهو عبارة عن مخلوط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، ويستخدم في إنتاج مواد بتروكيميائية مختلفة مثل الميثانول والنشادر واليوريا. أما الغاز المصاحب فيسمى بـ (الغاز الرطب) لاحتوائه على هيدروكربونات أخرى أثقل من الميثان مثل: الإيثان والبروبان وبعض أبخرة الجازولين مثل البنتان والهكسان والهبتان والأوكتان، وغازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين، وثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون. ويستخدم الغاز الرطب كمصدر من مصادر الطاقة حيث يفصل منه غاز البروبان والبيوتان المعروفين بالغاز البترولي المسيّل (LPG) ليعبأ في اسطوانات، ويستخدم كوقود في المنازل والمصانع. كما يتم فصل أبخرة الجازولين الطبيعي (البنتان والهكسان) بضغط الغاز وتبريده ثم فصل الجازولين واستخدامه كوقود للسيارات والمصانع وغيرها.

احتـــــياطي الغـــاز

يحتوي باطن الأرض على كمية هائلة تتوزع في معظم بلدان العالم وقد قدرت الإحصائيات الاحتياطات العالمية فيما يلي:–

الاحتياطي العالمي

يقدر الاحتياطي العالمي: من الغاز الطبيعي بحوالي ١٧٦ تريليون متر مكعب. حيث شهدت الفترة ما بين عام ١٩٩٢م إلى عام ٢٠٠٣م ارتفاعاً معتدلاً في الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي في العالم، بمعدل ارتفاع بلغ ٢,٢٪ سنويا. ويتركز أغلب هذا الاحتياطي في منطقتي الشرق الأوسط و أوروبا و أوروبا الآسيوية (دول الاتحاد السوفييتي السابق)، حيث بلغت نسبة كل منهما حوالي ٤٠,٨٪ و ٣٥,٤٪ على التوالي بنهاية عام ٢٠٠٣م، ومن بين هذه النسب: يوجد تركيز عالي للاحتياطات الغازية في جمهورية روسيا الاتحادية بلغت نسبته ٢٦,٧٪، وفي دولة قطر بنسبة ١٤,٦٪، وتحتل القارة الأفريقية المركز الثالث بنسبة احتياطيات تقدر بـ ٧,٨٪، تليها منطقة آسيا والمحيط الهادي بنسبة٧,٧٪، ثم أمريكا اللاتينية، فأمريكا الشمالية باحتياطي تقدر نسبته بـ ٤,١٪ و ٤,٢٪ على التوالي من الاحتياطي العالمي.

المنطقة	١٩٩٢م	١٩٩٧م	٢٠٠٣م	معدل التغيير السنوي (٪)
أوروبا الآسيوية	٦١٠٢٤	٦٢٢٧٢	٦٢٣٠٠	٠,٢
الشرق الأوسط	٤٣٠٤٥	٤٩٥٣٠	٧١٧٢٠	٤،٨
أفريقيا	٩٨٢٢	٩٨٧١	١٣٧٨٠	٣,١
آسيا/المحيط الهادي	٩٦٥٦	٩٠٧٧	١٣٤٧٠	٣,١
أمريكا الشمالية	٩٤٤٩	٨٣٦٥	٧٣١٠	٢,٣–
أمريكا اللاتينية	٥٣٤٠	٦٢٩٦	٧١٩٠	٢,٧
العالم	١٣٨٣٣٧	١٤٤٧٥٦	١٧٥٧٨٠	٢,٢

■ جدول (٢) تغير الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي في العالم (مليار متر مكعب) .

ووفقا لإحصائيات عام ٢٠٠٤م، تستحوذ روسيا على ٢٧,٧ ٪ من الاحتياطي العالمي من الغاز، حيث تقدر كميته بحوالي ٤٧بم٥٧٢ مليار متر مكعب. وتأتي في المرتبة الثانية إيران باحتياطيات تقدر بنحو ٢٦بم٦١٨ مليار متر مكعب وبنسبة ١٥,٥٪ من جملة الاحتياطات العالمية، فقطر في المرتبة الثالثة بنحو ٢٥بم٧٦٨ مليار متر مكعب وبنسبة ١٥ ٪ . أما المملكة العربية السعودية فبلغت احتياطياتها ٦بم٧٨٧ مليار متر مكعب في العام ٢٠٠٤م، علما أنها أعلنت في ١٨ أبريل / نيسان من هذا العام (٢٠٠٦ م) عن اكتشافها حقلاً جديداً على بعد ١٦٠ كيلومترا شمال الظهران، قادراً على إنتاج ٨٠ مليون قدم مكعب يوميا، بيد أنها تواجه طلباً متزايداً على الغاز الطبيعي؛ نظراً لنمو قطاعها الصناعي، خصوصاً الصناعات البتروكيماوية، ويوضح الجدول (٢) الاحتياطات العالمية من الغاز الطبيعي للأعوام ١٩٩٢م، ١٩٩٧م، و ٢٠٠٣م.

احتياطي البلدان العربية

تعد المنطقة العربية من أهم مناطق الغاز في العالم حيث يشهد انتاجها واستهلاكها منه نمواً متسارعاً. وقد شهدت الفترة ما بين عام ١٩٩٨م إلى عام ٢٠٠٣م ارتفاعاً في الاحتياطيات المؤكدة للأقطار الأعضاء في منظمة الدول العربية المصدرة للبترول (أوابك) من ٣١١٠٩ مليار متر مكعب نهاية عام ١٩٩٨م إلى ٥٠٨٥٨ مليار متر مكعب في نهاية عام ٢٠٠٣م. أما في الدول العربية مجتمعة (أعضاء أوابك وغيرهم) فقد ارتفع الاحتياطي من ٣٢٤٢٤ مليار

الدولة	١٩٩٨م	١٩٩٩م	٢٠٠٠م	٢٠٠١م	٢٠٠٢م	٢٠٠٣م
قطر	٨٥٠٠	١٠٩٠٠	١١١٥٢	١٤٣٣٦	٢٥٦٦٧	٢٥٦٦٧
الإمارات	٦٠٠٣	٦٠٠٣	٦٠٠٣	٦٠٠٣	٦٠٦٠	٦٠٦٠
السعودية	٥٧٩٠	٥٧٩٠	٦١٩٣	٦٣٤٣	٦٥٤٤	٦٦٤٦
الجزائر	٤٠٧٧	٤٥٢٣	٤٤٥٥	٤٤٥٥	٤٥١٦	٤٥١٦
العراق	٢٤٨٨	٢٤٧١	٢٧١٦	٢٨٠٢	٢٨٠٢	٢٨٠٢
الكويت	١٤٨٢	١٤٨٠	١٥٥٧	١٥٥٧	١٥٥٧	١٥٥٧
ليبيا	١٣١٣	١٣١٤	١٢٧٤	١٣١٤	١٣١٤	١٣١٤
مصر	١٠١٩	١٢٢٣	١٤٤٤	١٥٥٧	١٦٥٧	١٧٥٥
سوريا	٢٤١	٢٤١	٢٤١	٣٧١	٣٧١	٣٧١
البحرين	١١٨	١١٠	١١٠	٩٢	٩٢	٩٢
تونس	٧٨	٧٨	٧٨	٧٨	٧٨	٧٨
مجموع الأوابك	٣١١٠٩	٣٤١٣٣	٣٥٢٢٣	٣٨٩٠٨	٥٠٦٥٨	٥٠٨٥٨
عُمان	٨٢٤	٨٢٩	٨٥٩	٨٥٩	٨٢٩	٨٤٩
اليمن	٣٩٦	٣٩٦	٣٩٦	٣٩٦	٤٥٣	٤٥٣
السودان	٨٥	٨٥	٨٥	٨٥	٨٥	٨٥
الأردن	٧	٧	٧	٧	٧	٧
المغرب	٣	٣	٣	٣	٣	٣
خارج أوابك	١٣١٥	١٣٢٠	١٣٥٠	١٣٥٠	١٣٧٧	١٣٩٧
إجمالي الدول العربية	٣٢٤٢٤	٣٥٤٥٣	٣٦٥٧٣	٤٠٢٥٨	٥٢٠٣٥	٥٢٥٥٢

■ جدول (٣) تغير احتياطيات الدول العربية من الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب).

متر مكعب نهاية عام ١٩٩٨م إلى حوالي ٥٢٢٥٥ مليار متر مكعب في نهاية عام ٢٠٠٣م، جدول (٣).

إنتاج الغاز الطبيعي

يمكن إيضاح إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي وفقاً لما يلي:–

الإنتاج العالمي

ازداد إنتاج الغاز الطبيعي في العالم خلال الفترة من ١٩٩٢ إلى ٢٠٠٣م بمعدل بلغ ٢,٣٪ سنوياً، وذلك من ٢٠٤٥ مليار متر مكعب (١٩٩٢م) إلى ٢٦١٩ مليار متر مكعب (٢٠٠٣م). وتشير الإحصاءات إلى أن إنتاج الغاز الطبيعي سجل أعلى المستويات في الدول النامية، وبشكل خاص في منطقة الشرق الأوسط، بمعدل ٧,٧٪ سنوياً، من ١١٤ مليار متر مكعب (١٩٩٢م) إلى حوالي ٢٥٨ مليار متر مكعب (٢٠٠٣م)، جدول (٤).

وتلعب التقنية المخفضة للتكاليف في إنتاج الكهرباء، التي تستخدم الغاز كوقود وكلقيم في الصناعات المختلفة، دوراً

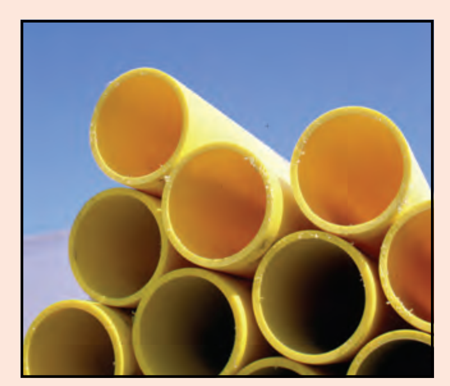
المنطقة	١٩٩٢م	١٩٩٧م	٢٠٠٣م	معدل التغيير السنوي (٪)
أوروبا الآسيوية	٩٥٢	٨٩٩	١٠٢٤	٠,٧
أمريكا الشمالية	٦٦٩	٧٤١	٧٦٦	١,٢
آسيا/المحيط الهادي	١٧٥	٢٤٢	٣١١	٥,٤
الشرق الأوسط	١١٤	١٧٥	٢٥٨	٧,٧
أفريقية	٧٥	٩٩	١٤١	٥,٩
أمريكا اللاتينية	٦١	٨٣	١١٩	٥,٤
العالم	٢٠٤٥	٢٢٣٩	٢٦١٩	٢,٣

■ جدول (٤) تغير إنتاج الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في العالم.

أساسياً في ارتفاع معدلات إنتاج الغاز الطبيعي في العالم. وهناك فرق بين إنتاج الغاز الطبيعي وحجم ما يسوَّق منه؛ لوجود استخدامات أخرى للغاز المنتج، من بينها إعادة حقن جزء منه في المكامن للمحافظة على مواصفاتها الفنية ونتاجيتها.

الانتاج العربي

شهد إنتاج الغاز الطبيعي في الدول العربية ارتفاعاً ملموساً، حيث بلغ الإجمالي عام ١٩٩٨م (٣٧٧,٥) مليار متر مكعب، بينما بلغ في نهاية عام ٢٠٠٣م (٤٤٢,١) مليار متر مكعب، أي بزيادة مقدارها (٦٤,٦) مليار متر مكعب. كان نصيب الأقطار الأعضاء في منظمة (أوابك) من هذه الزيادة (٧٥,١٪)، أي (٤٨,٥) مليار متر مكعب، وقد احتلت الجزائر المركز الأول بحوالي ١٦٠,٦ مليار متر مكعب في عام ٢٠٠٢م، بنسبة ٣٥,٢٣٪ من اجمالي إنتاج الدول العربية و ٣٨,٨٢٪



■ استخدام الغاز في تصنيع الأنابيب.

من إجمالي دول أوابك، ثم دولة الإمارات (١٤٪ و ١٥,٤٢٪)، ثم السعودية (١٣,٦٪ و ١٥٪)، ثم دولة قطر (٨,٣٦٪ و ٩,٢١٪) فدولة مصر (٦,١٢٪ و ٦,٧٤٪)، وهكذا، جدول (٥).

الاستهـــــــلاك

يمكن ايضاح استهلاك الغاز الطبيعي وفقاً لما يلي:–

الاستهلاك العالمي

ارتفع استهلاك الغاز الطبيعي عالمياً خلال الفترة من ١٩٩٢م إلى ٢٠٠٣ م بمعدل ٢,٢٪ سنوياً، من ٢٠٤٠ مليار متر مكعب (١٩٩٢م) إلى ٢٥٩١ مليار متر مكعب (٢٠٠٣م). وكان للدول النامية النصيب الأكبر من هذا الاستهلاك، حيث تصدرت منطقتا الشرق الأوسط، وآسيا والمحيط الهادي قائمة الاستهلاك بزيادة من ١١١ مليار (١٩٩٢م) إلى ٢٢٣ مليار متر مكعب (٢٠٠٣م) ومن ١٧٩ مليار (١٩٩٢م) إلى ٣٤٦ مليار متر مكعب (٢٠٠٣م) على

الدولة	١٩٩٨م	١٩٩٩م	٢٠٠٠م	٢٠٠١م	٢٠٠٢م	٢٠٠٣م
الجزائر	١٥٠,١	١٥٩,٩	١٦٣,٠	١٥٦,٧	١٦٠,٦	١٦٠,٦
الإمارات	٤٩	٥١	٥٢,٦	٥٧,٦	٨٣,٨	٨٣,٨
السعودية	٤٩,٨	٤٨,٧	٥٣,٥	٥٧,٠	٦٢,٠	٦٢,٠
قطر	٢٦,٤	٣٧,٨	٤٠,٧	٣٦,٧	٣٨,١	٣٨,١
مصر	١٨,٣	١٩,٧	٢٤,٤	٢٧,٩	٢٧,٩	٢٧,٩
ليبيا	١٢,٦	٩,٢	١٠,٢	١٠,٧	١٤,٣	١٤,٣
البحرين	١١,١	١١,٥	١١,٧	١٢,٠	١٢,٢	١٢,٢
الكويت	١١,١	١٠,١	١٠,٨	١٠,٧	٩,٧	٩,٧
سوريا	٧,٧	٧,٨	٧,٤	٧,٥	٨,٩	٨,٩
العراق	١٣,١	١٤,٦	١٤,٥	١٤,٧	١٣,٨	غ م
تونس	٢,٤	٢,٤	٢,٤	٢,٤	٢,٥	٢,٥
مجموع الأوابك	٣٥١,٦	٣٧٢,٧	٣٩١,٢	٣٩٣,٩	٤٣٣,٨	٤٢٠,٠
عُمان	١٠,٤	١١,٦	١٥,٥	٢١,٣	٢١,٧	٢١,٧
اليمن	١٥,٣	١٦,٥	١٨,٩	١٩,٧	٢٠,١	٢٠,١
الأردن	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣
خارج أوابك	٢٦,٠	٢٨,٤	٣٤,٧	٤١,٣	٤٢,١	٤٢,١
إجمالي الدول العربية	٣٧٧,٦	٤٠١,٩	٤٢٥,٩	٤٣٥,٢	٤٧٥,٩	٤٦٢,١

■ جدول (٥) تغير إنتاج الدول العربية من الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب / نهاية السنة).

المنطقة	١٩٩٢م	١٩٩٧م	٢٠٠٣م	معدل التغيير السنوي (٪)
أوروبا الآسيوية	٩٦٥	٩٣٦	١٠٨٣	
أمريكا الشمالية	٦٨٤	٧٦٩	٧٦٣	١,٠
آسيا/المحيط الهادي	١٧٩	٢٤٩	٣٤٦	٦,٢
الشرق الأوسط	١١١	١٦٥	٢٢٣	٦,٥
أمريكا اللاتينية	٦١	٨٣	١١٠	٥,٥
أفريقية	٤٠	٤٦	٦٧	٤,٨
العالم	٢٠٤٠	٢٢٤٨	٢٥٩٣	٢,٢

■ جدول (٦) تغير الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في العالم.

التوالي، أي بمعدل بلغ حوالي ٦,٥٪ و ٦,٢٪ على التوالي، جدول (٦).

الاستهلاك العربي

يوضح الجدول (٧)، أن المملكة العربية السعودية احتلت المرتبة الأولى من بين الدول العربية من حيث الحجم المطلق للاستهلاك بـ ٣٥,٧٤ مليار متر مكعب في عام ٢٠٠٣م، تليها مصر بـ ٢٧,١٥ مليار متر مكعب، ثم دولة الإمارات بـ ٢٦,٦ مليار متر مكعب، ثم الجزائر بـ ٢١,٨٣ مليار متر مكعب، ثم قطر بـ ٢١,٣٤ مليار متر مكعب، وهكذا.

معالجة الغاز الطبيعي

يحتوي الغاز الطبيعي (غالباً) على شوائب مختلفة من مركبات الكبريت (كبريتيد الهيدروجين على سبيل المثال) وأكاسيد الكربون والنيتروجين وبخار الماء. تعمل الشوائب المذكورة على إعاقة تدفق الغاز الطبيعي من المكمن؛ ولذلك يجب تنقيته ومعالجته منها.

وعندما يحتوي الغاز الطبيعي على مركبات كبريتية فإنه يعرف علمياً بالغاز الحامض (Sour Gas)، أما عندما يخلو من هذه المركبات فإنه يعرف بالغاز الحلو (Sweet Gas).

يتم تزويد معامل الغاز بالغاز المصاحب والغاز الحر معا، وتتم عملية المعالجة والتصنيع عبر المراحل الرئيسة التالية:

١- فصل الغازات الحامضية ـ تحلية الغاز ـ وذلك بفصل غاز ثاني أكسيد الكربون عن طريق الامتصاص بواسطة الميثانول أمين لامتصاصه، وفصل كبريتيد الهيدروجين ومركبات الكبريت الأخرى الموجودة بنسب صغيرة، بإمرار الغاز في برج يحتوي على محاليل مركبات أمينية مثل أحادي أو ثنائي الإيثانول أمين (MEA) أو (DEA) لتحويله إلى الطور السائل. بعدها يتم إمرار السائل على بخار ماء ورفع درجة حرارته إلى ١٢٥°م، ليتحرر كبريتيد الهيدروجين (طريقة جيرباتول Girbatol process)، ومن ثم يتم تحويل غاز كبريتيد الهيدروجين ومركبات الكبريت الأخرى إلى الكبريت بالتفاعل مع أكسيد الحديد النشط؛ لإنتاج كبريتيد الحديد الذي تتم معالجته بالأكسجين للحصول على الكبريت بشكل حر (الطريقة الجافة). وهناك طرق أخرى لإزالة كبريتيد الهيدروجين من الغاز الطبيعي بتحويله إلى أملاح سهلة الفصل تتمثل بغسل الغاز بمحلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم أو فوسفات البوتاسيوم أو كربونات الصوديوم.

الدولة	١٩٩٨م	١٩٩٩م	٢٠٠٠م	٢٠٠١م	٢٠٠٢م	٢٠٠٣م
السعودية	٣٢,٧	٣٤,٣٦	٣٥,١٣	٣٥,٢	٣٥,٤٧	٣٥,٧٤
مصر	١٤,٢	١٦,٤	٢٠,٠٧	٢٤,٥٥	٢٦,٥٤	٢٧,١٥
الإمارات	١٩,٦٢	٢٠,٦٢	٢١,٦٧	٢٣,٢٢	٢٣,٨٣	٢٦,٦
الجزائر	٢٠,٢	٢٠,٥	٢٠,٩٥	٢١,٠٦	٢١,٣٤	٢١,٨٣
قطر	١٢,٠٨	١٦,٨٥	٢٠,٥	٢٠,٧٨	٢١,٠٦	٢١,٣٤
البحرين	٨,٣٧	٨,٧	٨,٨١	٩,١٤	٩,٤٨	٩,٦٤
ليبيا	٧,٧٦	٨,٠٤	٨,٣١	٨,٤٨	٨,٦	٨,٧
الكويت	٥,٥٤	٦,١٥	٦,٤٨	٧,٣١	٦,٩٣	٦,٤٨
العراق	٦,٠٤	٦,٤٨	٦,٦	٦,٦٥	٦,٦٥	٤,٤٣
سوريا	٢,٧٢	٢,٥٥	٢,٧٧	٢,٧٧	٣	٣,٢١
تونس	٢,٠٥	٢,١	٢,٢٢	٢,٣٣	٢,٤٤	٢,٥
مجموع الأوابك	٣١,٢٨	٤٢,٧٥	٥٣,٥١	٦١,٤٩	٦٥,٣٤	١٦٧,٦٢
عُمان	١	١	٣,١١	١	١	٤,٨٢
الأردن	٢,٨٨	٢,٩٤	٠,٢٢	٣,٢١	٣,٩٣	٠,٢٨
المغرب	٠,٢٨	٠,٢٢	٠,٠٦	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,١١
خارج أوابك	٠,٠٦	٠,٠٦	٣,٣٨	٠,٠٦	٠,٠٦	٥,٢١
إجمالي الدول العربية	٣,٢٢	٣,٢٢	٥٦,٨٩	٣,٥٥	٤,٢٧	١٧٢,٨٣

■ جدول (٧) تغير استهلاك الدول العربية من الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب).



■ أسطوانات غاز.

٢- تجفيف الغاز الطبيعي بعد تحليته من خلال أبراج ممتلئة بمجففات خاصة، مثل: الألومينا المنشطة (Activated Alumina)، والبوكسايت أو السيليكا جل (Silica gel) أو حمض الكبريت وغيرها.

٣- ضغط وتبريد الغاز الجاف بهدف تحويل معظم الإيثان (حوالي ٨٠٪) والبروبان والبيوتان إلى سوائل يتم فصلها مع الجازولين الطبيعي (البنتان والهكسان)، بينما يتبقى الميثان وحوالي ٢٠٪ من الإيثان في حالة غاز. أي أنه في هذه المرحلة يتم فصل الميثان، ونسبة من الإيثان (الغاز الجاف) من سوائل الغاز الطبيعي (NGL) ـ معظم الإيثان ـ إضافة إلى البروبان والبيوتان (LPG) والجازولين الطبيعي. أما بالنسبة للميثان والنسب الصغيرة من الإيثان المختلطة به فإنه يتم نقلها عبر الأنابيب ـ في صورة الغاز الجاف ـ أو إسالتها عند درجات منخفضة، وضغط عال لتحويلها إلى الغاز الطبيعي المسيّل (LNG)، لنقلها بواسطة سفن خاصة.

الجدير بالذكر أن العمليات السابقة تتم في المملكة العربية السعودية، في ثلاثة معامل للغاز هي بري وشدقم والعثمانية في المنطقة الشرقية، بينما يتم فصل



■ صهريج لنقل الغاز المسال.

سوائل الغاز الطبيعي (NGL) في معملي الفصل في كل من ينبع (المنطقة الغربية) والجعيمة (المنطقة الشرقية) إلى الإيثان الذي يتم استخدامه كلقيم في صناعة الإيثيلين، وكذلك فصل البروبان والبيوتان والجازولين الطبيعي.

سوائل الغاز الطبيعي واستخداماتها

يتم تصدير الغاز الطبيعي إلى الأسواق العالمية، إما عن طريق الأنابيب، أو في ناقلات الغاز بعد تسييله على شكل غاز طبيعي مسيل (LNG)، إضافة إلى سوائل الغاز المستخلصة من النفط مثل الغاز البترولي المسيّل (LPG)، والجازولين الطبيعي والتي عادة مايتم استهلاكها محلياً، ويصدر الفائض منها.

الجدير بالذكر أنه يمكن استخراج الغاز البترولي المسيّل من تكرير النفط الخام إن حيث أكثر من ٣٪ من مكونات برميل النفط الخام عبارة عن (LPG).

يعد غاز البترول المسيّل (LPG)، أهم سوائل الغاز الطبيعي، وهو عبارة عن غاز عديم الرائحة واللون، غير سام ولكنه خانق إذا تشبع الهواء به ولذلك تضاف مادة ذات رائحة نفاذة للتعرف عليه عند حدوث تسربه. تبلغ كثافة غاز البترول المسيّل ٠,٥٥جرام / سم٣ تقريبا، وفي الحالة الغازية يكون أثقل من الهواء مرتين مما يجعله يتراكم ويتجمع في الأماكن المنخفضة. وهو يتركب من مجموعة الهيدروكربونات الخفيفة، والتي تسمى (الغازات السائلة)، وهو عبارة عن خليط من البروبان (C_3H_8) والبيوتان (C_4H_{10}) مع كمية ضئيلة من مواد هيدروكربونية أخرى، وقد بدأ تسويقه في العالم في عام ١٩١٢م.

يتم فصل البروبان والبيوتان من الغاز الطبيعي (المرافق) في مصافي خاصة، أما الناتج من الغازات المتبقية فيستخدم في المصانع على شكل غاز طبيعي ويتكون بشكل أساسي من الميثان.

يعد اختيار الغاز البترولي المسيّل للحصول على الطاقة الحرارية حلاً سليماً صحياً، فهو يحافظ على البيئة من التلوث لعدم وجود مخلفات ضارة عند احتراقه وفي نفس الوقت يعطي قدراً وافياً من الطاقة، وعليه فإن استخداماته تتعدد بشكل كبير حيث يستخدم في المنازل لأغراض الطبخ أو التدفئة أو تسخين المياه في المسابح، وفي أفران الصهر والجلفنة والمجففات الحرارية وأفران المخابز، كما يستخدم في العلب المضغوطة (إيرسول). في تدفئة البيوت المحمية ومزارع الدواجن وحظائرها وفقاسات الدجاج. وفي بعض الدول كوقود للسيارات تعمل بالغاز البترولي المسيّل. كما تستخدم مكوناته الأساسية (البروبان والبيوتان) كمواد أولية لكثير من الصناعات البتروكيميائية.

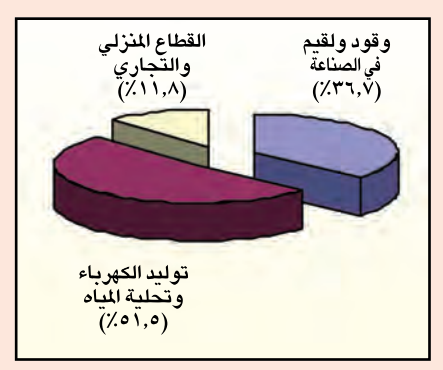
استخدامات الغاز الطبيعي ومنتجاته

تتعدد استخدامات الغاز الطبيعي وتتنوع من منطقة إلى أخرى، إذ يعد القطاع الصناعي المجال الرئيس لاستهلاك الغاز في الدول الصناعية، حيث بلغت حصة هذا القطاع خلال عام ٢٠٠٣، من مجموع الغاز المستهلك في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي ٣٧٪ مقارنة بحوالي ٢٣٪ في الاستخدام المنزلي وحوالي ٢٢٪في توليد الطاقة الكهربائية. أما في منطقة الخليج العربي فيحتل قطاع توليد الطاقة الكهربائية وتحلية المياه المرتبة الأولى من حيث استهلاك الغاز الطبيعي، إذ تقدر حصته بحوالي ٥٠٪ (على الأقل) من مجموع الغاز المستهلك. ويأتي القطاع الصناعي (بما فيه قطاع الصناعة البترولية) في المرتبة الثانية، أما القطاع المنزلي والتجاري فيأتيان في المرتبة الثالثة، شكل (١).



■ بعض استخدامات الغاز.

ومن المعلوم أن هناك الكثير من المزايا لاستخدام الغاز الطبيعي في المشاريع الصناعية، فالمستهلك الصناعي للغاز الطبيعي لا يحتاج للاستثمار في إنشاء خزانات، أو في أجهزة للتحميل أو في المعالجة أو التنظيف... إلخ؛ لسهولة نقله من مصدره إلى موقع الطلب، كما أن معداته بسيطة وسهلة الاستعمال. وهو يجهز في شكل مستمر ويستعمل في العادة كما هو. كما أنه يحترق بحسب ما



■ شكل (١) استهلاك الغاز الطبيعي في الخليج حسب القطاعات.



■ شواية تعمل بالغاز.



■ تخزين الغاز.

تتطلبه الوحدة الصناعية، حيث يمكن أن يوجه اللهيب الناتج منه كما يشاء المستهلك. كما يمكنه أن يصل إلى الهدف المطلوب تسخينه مثل أفران الحرارة المباشرة، لذلك فإن إنتاج المعدات التي تعمل بالغاز أسهل وأقل كلفة ويمكن جعلها آلية بالكامل.

وطبقاً لإحصاءات أعدتها شركة إيني الإيطالية في عام ١٩٩٩م، فقد أصبح الغاز الطبيعي مصدر الطاقة المفضل للكثير من قطاعات الصناعة المحلية في إيطاليا، والتي تشمل صناعة الخزف، (البلاط، الفخاريات، الأدوات الصحية والمواد غير القابلة للصهر)، الطابوق، الزجاج (زجاج القوارير، صفائح الزجاج، منتجات أخرى)، المطاط والبلاستك، الورق والأغذيه (صناعة السكر، السكاكر، الحليب، الأجبان، المعجنات وغيرها)، وصناعة المواد الكيميائية (الأساسية والثانوية والمعالجات الكيماوية والصناعات الدوائية وغيرها)، والصناعات الميكانيكية (صناعة السيارات، المساكب، والصناعات الميكانيكية المتفرقة) وصناعات النسيج (المنسوجات والصناعات ذات العلاقة) وكذلك الصناعات الثقيله كالحديد والصلب وصناعة المعادن غير الحديدية. ويؤمن الغاز ٥٠ إلى ١٠٠٪ تقريباً من الطاقة الحرارية المطلوبة لهذه الصناعات.

ويعد الغاز مادة أولية أساسية للصناعات البتروكيميائية، إذ يحتوي على مجموعة من المركبات الهيدرو كربونية أهمها غاز الميثان، إضافة إلى نسب متفاوتة من الغازات الأثقل كالإيثان والبروبان والبيوتان وغيرها.

يستخدم غاز الميثان بصورة واسعة كمادة أولية (لقيم) لإنتاج النشادر ومن ثم إنتاج اليوريا التي تدخل في صناعة الأسمدة الكيميائية. وكمادة أولية في إنتاج الميثانول الذي يستخدم لإنتاج مادة الفورمالديهايد، والتي تدخل في إنتاج المواد اللاصقة في الصناعة الإنشائية، وكذلك يدخل الميثان في إنتاج مادة ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر (MTBE) التي تستخدم كمحسن للبنزين.

من جانب آخر يعد الإيثان مادة أولية مهمة لإنتاج الإيثيلين (مركب أساسي لبناء مجموعة المركبات الكيميائية التي تستخدم بصورة واسعة في إنتاج المواد البلاستيكية)، أما البروبان والبيوتان فيستخدمان في إنتاج البروبيلين والبيوتيلين التي تدخل أيضاً في الصناعات البلاستيكية.

توجد في الخليج قاعدة جيدة للصناعات البتروكيميائية وخطط طموحة للتوسع، حيث أن حوالى نصف الطاقات الإنتاجية لمادة النشادر المزمع إنشاؤها في العالم خلال الأعوام ٢٠٠٥ - ٢٠٠٩م الموجهة للتصدير مخطط لها أن تقام في منطقة الشرق الأوسط. كما شهدت الطاقة المقامة لإنتاج الإيثيلين نسبة نمو في منطقة الشرق الأوسط تعادل عشرة أضعاف نسبة النمو في العالم بين عامي ٢٠٠٢م و ٢٠٠٣م، حيث إن معظم هذا النمو هو في منطقة الخليج خصوصاً في المملكة العربية السعودية التي تخطط لتصبح أكبر منتج في العالم لمادة الإيثيلين.

لقد أظهرت التجارب أن توفر الغاز الطبيعي يساهم في تطوير الصناعات المعتمدة عليه، سواء أكانت ثقيلة أم متوسطة أم صغيرة. لذلك فإن توفر الغاز في الخليج يمكن أن يساهم ليس فقط في تطوير الصناعات الثقيلة، وإنما في إنشاء المشاريع المتوسطة والصغيرة التي تنمو بالقرب من هذه الصناعات، كالصناعات البلاستيكية لإنتاج الأدوات المنزلية، والصناعات الإنشائية وصناعة المعدات التي تنمو بالقرب من مصانع الحديد والألومنيوم.

المراجع:

١- مجلة "النفط والتعاون العربي" أعداد متفرقة (١٩٩٧/٨٣، ٢٠٠١/٩٧، ٢٠٠٢/١٠٣، ٢٠٠٥/١١٢، ٢٠٠٥/١١٤).

٢- مجلة "الدار السعودية للخدمات الاستشارية" (دراسة عن الأهمية الاستراتيجية لاستخدامات الغاز الطبيعي كلقيم ومصدر للطاقة بالمملكة العربية السعودية).

٣- **الذياب، سالم بن سليم** "الصناعات البترولية والبتروكيميائية ومجالات الاستثمار في الصناعات الكيماوية بالمملكة العربية السعودية"، ١٤١٦هـ.

٤- **الكناني، محمد شفيق** "المركبات الكيميائية المشتقة من الميثان والميثانول"، الجزء الأول، الطبعة الأولى ١٤١٥هـ.

5- R. Norris shreve's chemical process industries", 5th edition, 1985, McGraw-Hill Company, USA.

6-Internet

http://www.naturalgas.org/

http://www.oapecorg.org

http://www.mawsoah.net

http://www.mopm.gov.sa/

http://ar.wikibooks.org/

http://www.alwaqt.com/

http://www.daralhayat.com/



وقود المشتقات النفطية عبارة مزائج معقدة من المركبات الهيدروكربونية، ونسب قليلة من الشوائب، مثل: المركبات الكبريتية، والنيتروجينية، والأكسجينية، وهذه تختلف نوعيتها وكميتها بإختلاف النفط الخام الأساس وبإختلاف طرق تكريره.

إضافة لذلك توجد في وقود المشتقات النفطية مقادير ضئيلة جداً من عناصر فلزية كالحديد، والنيكل، والفاناديوم، وغيرها. يختلف التركيب الجزيئي للخواص الفيزيائية والكيميائية لمكونات الوقود من نفط إلى آخر.

لا تستطيع المشتقات النفطية الناتجة عن تقطير النفط الخام أن تفي بالغرض المطلوب لاستخدامها، بل لابد من تقييم خصائصها وتنقيتها واستخدام أنواعاً معينة من المضافات للحصول على خواص ومواصفات مناسبة للإستخدام. تتناسب طرق تقنية الوقود عادة مع الطبيعة الكيميائية للشوائب الموجودة فيه. تختلف نوعية تلك الشوائب وكميتها بإختلاف مجال درجات غليان القطرات الناتجة عن تقطير النفط الخام.

ويجب أن يتمتع الوقود بخصائص تغطي مدى واسع من ظروف التشغيل، مثل: اختلاف أنظمة احتراق الوقود، ودرجات حرارة المحرك، ومضخات الوقود، وحفظ الوقود. كما يجب أن يغطي مناخات استخدام متنوعة.

يتناول هذا المقال تقييم خصائص ومضافات وقود المشتقات النفطية، وذلك كما يلي:

تقييم خصائص وقود المشتقات النفطية

تُقيَّم خصائص أو مواصفات وقود المشتقات النفطية مثل: الجازولين، ووقود الطائرات، والديزل، باتباع طرق قياسية وضعتها جمعيات وهيئات ومراكز أبحاث في الدول الصناعية المتقدمة مثل: نظام الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (ASTM)، ونظام المعهد البريطاني للبترول (IP) ونظام ألمانيا (TGL) و(DIN)، ونظام روسيا (OST)، ونظام فرنسا (AFNOR) وغيرها من الأنظمة، وتعد الأنظمة الأمريكية والألمانية والبريطانية الأكثر شيوعاً.

الجدير بالذكر أن خصائص الوقود ومواصفات وقود المشتقات النفطية ترتبط بتركيبه وأدائه، جدول (١)، ولكنها تختلف من دولة لأخرى بحسب النوع المستخدم، فعلى سبيل المثال تتطلب محركات الطائرات النفاثة وقوداً مختلفاً في خصائصه ومواصفاته عن جازولين الطائرات، جدول (٢)، ومن أهم الخصائص المستخدمة في تقييم وقود المشتقات النفطية مايلي:

الخاصية	التأثير على الأداء	زمن مدى التأثير
نقطة الوميض	سلامة التعامل واستخدام الوقود ولاتعزى مباشرة لأداء المحرك.	---
ماء وترسبات	مرشحات الوقود والحاقنات.	مدى طويل
التطايرية	سهولة بدء تشغيل المحرك والدخان.	فوري
اللزوجة	تذرية بخ الوقود وتزييت نظام الوقود.	فوري ومدى طويل
الرماد	إعطاب نظام حقن الوقود وتسبب ترسبات في غرفة الاحتراق.	مدى طويل
الكبريت	انبعاث الجسيمات تآكل وتعرية الاسطوانة والترسبات.	فوري ومدى طويل
تآكل وتعرية شريط نحاسي	تآكل الأجزاء المعدنية.	مدى طويل
رقم السيتان	مقياس لنوعية الاشتعال ويؤثر على بدء تشغيل المحرك بالبرودة والاحتراق والانبعاثات.	فوري
رقم الاوكتان	مقياس لكفاءة احتراق الجازولين.	فوري
نقطة التعكر ونقطة الانسكاب	التشغيل عند درجات حرارة منخفضة.	فوري
المتبقي من الكربون	قابلية الوقود لتكوين الكربون ترسبات المحرك	فوري مدى طويل
القيمة الحرارية (محتوى الطاقة)	اقتصادية الوقود	فوري
الكثافة	قيمة التسخين.	فوري
الثباتية	تكوين مواد غير قابلة للذوبان أثناء الاستخدام أو/والتخزين.	مدى طويل
التزييت	مضخة الوقود وأجزاء الحاقن.	مدى طويل
قابلية فصل الماء	إمكانية إنتاج وقود جاف.	---

● جدول (١) العلاقة بين خصائص الوقود والتركيب والأداء.

● رقم الأوكتان

رقم الأوكتان (Octane Number) هو خاصية تحدد نوعية الجازولين الذي تستخدمه السيارات المستعملة حالياً في جميع بلدان العالم، وهو مقياس عددي يتم تحديده في المختبر بالمقارنة مع أنواع معروفة من المواد الهيدروكربونية. حيث تم إعطاء الهبتان العادي – هيدروكربون له خواص احتراق سيئة – الرقم صفر بينما تم إعطاء الآيزو أوكتان ذي خواص الإحتراق الجيدة الرقم مائة. وقد اختير هذان المركبان لأنهما أكثر المركبات الهيدروكربونية المتاحة استقراراً ونقاوة؛ ولأنهما الأنسب لحركات الاختبار. فعند تعيين رقم الأوكتان لجازولين ما، فإنه يتم حرقه في آلة اختبار خاصة، ثم تتم مقارنة خواص احتراقه بالخواص المناظرة لحرق خلائط قياسية من الهبتان العادي و الآيزو أوكتان بنسب مختلفة، ويعرف رقم الأوكتان بأنه: "**النسبة الحجمية للآيزو أوكتان في خليط من الآيزو أوكتان والهبتان العادي الذي يعطي نفس خواص احتراق الجازولين عند قياسه في هذه الآلة**"، فإذا كانت لعينة الجازولين نفس شدة الخبط (Knocking) لمزيج مكون من ٥٪ هبتان و ٩٥٪ آيزو أوكتان فإنه يقال إن هذه العينة لها رقم أوكتاني يساوي ٩٥.

يعبر رقم الأوكتان عن كفاءة احتراق الجازولين في محرك السيارة، أي مدى قابليته لعدم إحداث فرقعة أو خبط بالمحرك، حيث تنتج هذه الفرقعة عن احتراق الجازولين بشكل سريع إلى درجة التفجر مما يقلل من القوة المحركة، ويتلف أجزاء المحرك إذا سمح له بالاستمرار. وعليه تتطلب عملية دفع السيارة وقيادتها احتراق الوقود بصورة بطيئة. ويرجع سبب حدوث الفرقعة أو الخبط إلى عدة أمور أهمها:

التركيب	ممتاز (TS-1)	عادي (TS-1)	عادي (T-1)
الحموض (حد أعلى).	٠,٧	٠,٧	٠,٧
عطريات (٪ وزناً).	٢٢	٢٢	٢٠
عدد اليود (جم/١٠٠).	٢,٥	٣,٥	٢,٠
كبريت، مجموع (٪ وزناً).	٠,٢٠	٠,٢٥	٠,١٠
كبريت، مركبتان (٪ وزناً).	٠,٠٠٣	٠,٠٥	--
التطايرية			
درجة الغليان الأولية (مْ).	١٥٠	١٥٠	١٥٠
قطفة ١٠٪ (مْ).	١٦٥	١٦٥	١٧٥
قطفة ٥٠٪ (مْ).	١٩٥	١٩٥	٢٢٥
قطفة ٩٠٪ (مْ).	٢٣٠	٢٣٠	٢٧٠
قطفة ٩٨٪ (مْ).	٢٥٠	٢٥٠	٢٨٠
نقطة الوميض (مْ) حد أدنى.	٢٨	٢٨	٣٠
الكثافة (كجم/م٣) حد أدنى.	٧٨٠	٧٧٥	٨٠٠
الأنسيابية			
نقطة التجمد (مْ).	-٦٠	-٦٠	-٦٠
اللزوجة (٢٠مْ) سنتي ستوك حد أدنى.	١,٣٠	١,٢٥	١,٥٠
اللزوجة (٤٠مْ) سنتي ستوك حد أدنى.	٨	٨	١٦
الاحتراق			
حرارة الاحتراق الدنيا (كيلوجول/كجم).	٤٣١٢٠	٤٢٩٠٠	٤٢٩٠٠
نقطة التدخين (حد أدنى)	٢٥	٢٥	٢٠
ترسبات (ملجم/١٠٠سم٣) حد أعلى.	١٨	١٨	٣٥
ملوثات			
محتوى الرماد (٪) حد أعلى	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣
قواعد أحماض مذابة	--	--	--
أحماض نفثينية	--	--	--
أصماغ (ملجم/١٠٠سم٣) حد أعلى	٣	٥	٦

● **جدول (٢) مواصفات بعض أنواع كيروسين الطائرات.**

– فرط الإحماء (الحرارة الزائدة) للمزيج داخل الأسطوانة.

– سوء ضبط أو معايرة المغذي (الكربوريتور)؛ لأنه ينظم ويحدد نسبة الهواء الداخلة إلى الاسطوانة.

– وجود رواسب في رأس اسطوانة المحرك أو على كباسات المحرك.

– استعمال وقو د له رقم أوكتان منخفض لايناسب المحرك (السبب المباشر)، حيث يسبب الانفجار المبكر لمزيج الوقود الناتج من استخدام وقود ذي رقم أوكتان منخفض تكون ما يعرف بالجذور الحرة (Free Radicals) عند بداية الاشتعال، وهذه الجذور شديدة النشاط وتتفاعل بصورة انفجارية مسببة الخبط. ولتحاشي أثرها لابد من كبتها، أو التخلص منها في الوسط الذي تتكون فيه، ويتم ذلك بطرق متعددة من أهمها:

١– زيادة نسبة المركبات الهيدروكربونية المتفرعة والمغلقة في مزيج الوقود (الجازولين) المستخدم من خلال عمليات تحسين طرق التشغيل في المصافي،حيث تبدو هذه الطريقة أكثر تكلفة ولكنها أكثر أماناً.

٢– إضافة مواد كيميائية إلى الجازولين تعمل داخل المحرك على توليد جذور تستطيع أن تتفاعل مع الجذور الناتجة عن احتراق وقود ذي رقم أوكتان منخفض، ويمكن تحقيق ذلك من خلال إضافة مواد محسنة لرقم الأوكتان إلى أصناف الجازولين المختلفة.

وتعتبر إضافة ألكيلات الرصاص مثل: رباعي إيثيل الرصاص، ورباعي ميثيل الرصاص إلى الجازولين أنسب طريقة اقتصادية لتحسين رقم الأوكتان. فقد ثبت أن إضافتها بنسب صغيرة ترفع من رقم الأوكتان، وتحسن من كفاءة وانتظام احتراق الجازولين؛ وبالتالي تمنع حدوث ظاهرة الخبط في المحركات.

وبالرغم من المزايا العديدة لإضافة ألكيلات الرصاص إلى الجازولين؛ فإن الأبحاث المتعددة على مدى سنوات طويلة لمعرفة دور الرصاص المنبعث من عوادم السيارات على صحة الإنسان قد أكدت أن الضرر الناتج عن استخدام هذه المواد يفوق كثيراً الفوائد الناتجة عن استخدامها كإضافة لجازولين السيارات. فمركبات الرصاص بصفة عامة هي مواد كيميائية سامة جداً؛ ولذا فإن التعامل معها وتداولها يتطلب حذراً شديداً، كما أن تخزينها أو التخلص من انسكاباتها أو مخلفاتها يكون عادة مصحوباً بدرجة عالية من الخطورة. وقد وجد أن التركيز المنخفض من ألكيلات الرصاص في البخار يمكن أن يؤدي إلى أمراض شديدة تؤدي إلى العاهات المستديمة أو الوفاة.

وفي هذا الشأن توجد بدائل كثيرة لمثل هذه المضافات مثل الميثانول، والكحول، وبعض المركبات الأكسجينية. هذا وقد وجد



من خبرة الدول المتقدمة في هذا المجال: أن ثلاثي ميثيل بيوتيل إيثر (MTBE) هو أنسب البدائل، وهو مركب أكسجيني تعتمد طرق تصنيعه على التفاعل بين الآيزوبيوتلين والميثانول في الطور السائل بواسطة لدائن محفزة بالتبادل الأيوني – عبارة عن سلفنياتد الاستارين مع فينيل البنزين الثنائين – عند درجات حرارة تتراوح مابين ٣ْ إلى ١٠٠مْ، وضغط جوي يتراوح بين ٧ إلى ١٤ . ويوضح جدول (٣) أهم خصائص جازولين ممتاز خال من الرصاص.

أما بالنسبة لعملية الخبط في محركات الطائرات، فإنها تتروح مابين منخفضة إلى مرتفعة. وتشبه مواد جازولين الطائرات في تصنيعها جازولين السيارات، حيث إنها تصنف تبعاً لقدرتها على منع الدق بالمقارنة مع الوقود القياسي (آيزوأوكتان مع كميات محددة من رباعي إيثيل الرصاص.

الخاصية والوحدة	المواصفات
الكثافة عند ١٥مْ (كجم/م٣)	٧٩٠ (حد أعلى) ٧٢٥ (حد أعلى)
التقطير (ASTM)	
١٠٪ (مْ)	٧٠ (حد أعلى)
٥٠٪ (مْ)	١١٥ (حد أعلى)
٩٠٪ (مْ)	١٨٠ (حد أعلى)
نقطة الغليان النهائية (مْ)	٢٠٤ (حد أعلى)
بقايا (٪ حجماً)	٢ (حد أعلى)
مجموعة الكبريت (٪ وزناً)	٠,١٠ (حد أعلى)
تآكل شريط النحاس ٣ساعات عند ٤٠مْ (كجم).	١ (حد أعلى)
ضغط بخار ريد	٠,٦٧ (حد أعلى)
فترةالتحريض ١٠٠مْ (كجم/م٢)	٢٤٠ (حد أعلى)
الأصماغ (ملجم/١٠٠مل)	٥ (حد أعلى)
رقم أوكتان البحث	٩١ (حد أعلى)
محتوى المنغنيز (جم/ليتر)	٠,٠١٣ (حد أعلى)
اللون (تجارياً)	أحمر
محتوى الصباغ (٪ وزناً)	٠,٠٠٠٨ (حد أعلى)
ماء وترسبات (حجماً)	٠,٠١ (حد أعلى)

● **جدول (٣) أهم خصائص جازولين ممتاز خالٍ من الرصاص.**

وتوجد طرق اختبار قياسية لتعيين رقم الأوكتان، فمثلاًعندما يقال إن رقم أوكتان جازولين الطائرات هو (١٤٥/١١٥) فإن هذا يعني: أن الجازولين بحد أدنى من الأوكتان مقداره ١١٥ عند اختباره تحت شروط منخفضة و١٤٥ تحت شروط وقود مرتفعة.

أدى التطور التقني لصناعة السيارات واستخدام نسبة انضغاط مرتفعة في محرك السيارات إلى ظهور ثلاثة أنواع من أرقام الأوكتان تختلف عن بعضها باختلاف ظروف التشغيل، وهي كما يلي :

* رقم أوكتان البحث (Research Octane Number- RON):

ويجري تحديد مقداره بواسطة فحص الجازولين في المختبر بتشغيل المحرك تحت ظروف القيادة السهلة في طرق ممهدة وبسرعات منخفضة، ويعد أكثر أرقام الأوكتان شيوعاً واستخداماً، ويزيد عن المائة في حالة جازولين الطائرات.

* رقم أوكتان المحرك (Motor Octane Number -MON):

ويجري تحديد مقداره بواسطة فحص الجازولين في المختبر بتشغيل المحرك تحت ظروف القيادة الشاقة في طرق غير ممهدة وبسرعات كبيرة.

يلعب كل من رقم أوكتان البحث ورقم أوكتان المحرك دوراً أساسياً في قياس احتراق وقود الجازولين، ويكون رقم أوكتان البحث عادة أكبر من رقم أوكتان المحرك لنفس الجازولين، ويسمى الفرق بينهما مدى حساسية الجازولين، أي يعبر عن مدى تغير خواص احتراق الجازولين بتغير ظروف القيادة.

* رقم أوكتان الطرق (Road Octane Number):

ويعبر عن أداء محرك السيارة أثناء سيرها على الطريق.

● رقم السيتان

يعبر رقم السيتان(Cetane Number) عن جودة وقود الديزل من ناحية قابليته للاشتعال الذاتي، أما فترة تأخير الاشتعال في مقياس رقم السيتان فتعبر عن سهولة إشعال الوقود والأداء الأفضل لمحرك الديزل، حيث من المعلوم أن الوقود الذي يدخل إلى اسطوانات المحرك (غرف الانفجار) لايحترق بسرعة فور دخوله إليها، بل هناك فترة زمنية بين عملية ضخ الوقود إلى الإسطوانة وعملية الاحتراق. وتسمى هذه الفترة زمن التأخير في عملية الاحتراق .

يعرف رقم السيتان لوقود الديزل بأنه: النسبة المئوية الحجمية لنظامي هكساديكان (سيتان) في خليط نظامي هكساديكان و١– ميثيل النفثالين، فعندما يحتوي وقود الديزل على ١٠٠٪ من السيتان فإنه يحترق بشكل جيد، ويساوي رقم السيتان في هذه الحالة ١٠٠، أما عندما يحتوي وقود الديزل على ١٠٠٪ من ١– ميثيل النفثالين ،فإن احتراقه يكون الأسوأ ويبلغ رقم السيتان حينئذ صفر .

يستخدم المركبان في عملية الاحتراق لقياس الزمن بين دخول الديزل إلى غرفة الانفجار واحتراقه، فعلى سبيل المثال، عندما نقول: إن رقم سيتان وقود ديزل (٤٠)، فإن هذا يعني أن هذا الوقود يعمل في المحرك كخليط مكون من ٤٠٪ نظامي هكسا ديكان و ٦٠٪ ١– ميثل النفثالين، وكلما ازداد رقم السيتان لوقود الديزل كانت عملية الاحتراق منتظمة والأداء أفضل، وعندما يكون منخفضاً يتم الاحتراق بصورة غير منتظمة.

تحتاج المحركات سريعة الدوران إلى ديزل ذي رقم سيتان لا يقل عن (٤٥)، أما المحركات متوسطة الدوران فتحتاج إلى ديزل ذي رقم سيتان في حدود (٣٥)، في حين تحتاج المحركات الثقيلة إلى ديزل ذي رقم سيتان يساوي (٢٥) تقريباً.

● قرينة السيتان

تعرف قرينة السيتان بعلاقة رياضية معقدة، وهي تفيد في تحديد رقم السيتان لوقود في حالة عدم توفر محرك أو كمية الوقود غير كافية لاختبار المحرك، وذلك بعد معرفة كثافة الوقود ودرجة حرارة تقطيره الوسطى. وتوجد طريقة قياسية تستخدم كثافة الوقود ودرجات حرارة تقطير عند ١٠٪ حجماً، ٥٠٪ حجماً و٩٠٪



حجماً من الوقود الذي تم الحصول عليه في العلاقة الرياضية المعقدة لتحديد رقم السيتان. وهناك طرق أخرى لتحديد قرينة السيتان تعتمد على الخواص الفيزيائية وطرق كروماتوغرافية وسبكتروسكوبية للوقود ولكنها لا تستخدم على نطاق واسع. وتفيد قرينة السيتان في إعطاء فكرة عن رقم السيتان، لوجود علاقة خطية بين رقم السيتان وقرينة الديزل.

● نقطة التعكر

نقطة التعكر هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها تعكر عينة من الوقود عند تبريدها تحت ظروف معينة. ويعود سبب التعكر إلى ترسب بعض البرافينات والمواد الأخرى عند تعرضها إلى درجة حرارة منخفضة. وتفيد هذه الخاصية في معرفة تأثير انخفاض درجة الحرارة على الوقود أثناء تخزينه أو نقله أو استخدامه.

● نقطة الانسكاب

نقطة الانسكاب هي درجة الحرارة التي توقف سيلان عينة من الوقود عند تبريدها تحت ظروف معينة. وتفيد هذه الخاصية في معرفة تأثير درجة الحرارة على الوقود أثناء تخزينه أو نقله أو استخدامه.

● المتبقي من الكربون

يفيد المتبقي من الكربون في معرفة كمية الكربون المترسبة بعد عملية الاحتراق.

● نقطة الوميض

نقطة الوميض هي أقل درجة حرارة تتصاعد عندها أبخرة من السائل تكفي لوصول تركيزها في الهواء إلى الحدود

الدنيا للانفجار بحيث ينفجر المزيج إذا تم تقريبه من اللهب.

● **القيمة الحرارية**

تفيد القيمة الحرارية (حرارة الاحتراق) في معرفة كمية الحرارة الصادرة عن الوقود ويعبر عنها، جدول (٤) بوحدتين هما :

* **القيمة الحرارية الوزنية :** وهي كمية الحرارة الناتجة عن الاحتراق التام لجرام واحد أو كيلو جرام واحد من الوقود عند الظروف القياسية، وتقدر بوحدة الحريرة أو كيلو حريرة.

* **القيمة الحرارية الحجمية:** وهي كمية الحرارة الناتجة عن احتراق ليتر واحد من الوقود احتراقاً كاملاً.

وهناك مستويان للقيمة الحرارية (الوزنية و الحجمية) هما:-

١- **القيمة الحرارية العليا:** وتعني محتوى الطاقة الاجمالي الناتج عن عملية احتراق الوقود وحرارة تكثف الماء الناتج عن الاحتراق.

٢- **القيمة الحرارية الدنيا:** وتعني محتوى الطاقة الصافي، وهي أقل من القيمة العليا؛ لأن الماء يبقى في الحالة الغازية. وبما أن المحركات تطرح الماء الناتج عن الاحتراق على هيئة بخار؛ فإن القيمة الحرارية الدنيا هي القيمة المناسبة التي يمكن أن تقارن بواسطتها أنواع الوقود.

عند التطرق إلى مواصفات كيروسين الطائرات يجب التنويه بأنه توجد علاقة بين القيمة الحرارية والكثافة التي تختلف باختلاف تكوين الوقود. فكلما ازدادت كثافة الوقود أمكن شحن كمية أكبر منه في خزان وقود الطائرات، وهذا يساعد على الطيران لفترات زمنية أطول.

نوع الوقود	القيمة الحرارية (كيلوحريرة/كجم)	
	العليا	الدنيا
جازولين	١١٢٥٠	١٠٥٠٠
كيروسين	١٠٧٥٠	١٠٢٠٠
ديزل	١٠٥٠٠	١٠٠٠٠
زيت الغاز	١٠٥٠٠	١٠٠٠٠

● **جدول (٤) القيمة الحرارية العليا والدنيا لوقود بعض المشتقات النفطية.**

من جانب آخر كلما كانت القيمة الحرارية أو حرارة الاحتراق أكبر، كان محتوى الطاقة المتحررة من احتراق وحدة الكتلة أو الحجم أكبر، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الطيران وانخفاض كمية استهلاك الوقود.

● **الرماد**

يعرف رماد المنتجات النفطية بأنه الجزء المعدني المتبقي من هذه المنتجات بعد ترميدها بالحرق.

● **نقطة الاشتعال**

نقطة الاشتعال هي أقل درجة حرارة تصل عندها درجة تركيز الأبخرة إلى الحد الذي يجعل اللهب الناتج عن الانفجار يستمر في الوجود والاحتراق.

● **نقطة الاشتعال الذاتي**

نقطة الاشتعال الذاتي هي درجة الحرارة التي يشتعل عندها الوقود تلقائياً، ومن ذاته دون تقريب لهب أثناء عملية تسخين الوقود.

● **اللزوجة**

اللزوجة هي مقياس لمقاومة السائل للتدفق تحت ضغط ناشئ عن الجاذبية أو عن مصدر ميكانيكي. تتمتع السوائل رقيقة القوام مثل الماء أوالجازولين بلزوجات منخفضة، في حين تتمع السوائل غليظة القوام مثل زيوت المحركات بلزوجات مرتفعة. وترتفع لزوجة السائل بانخفاض درجة حرارته.

تؤثر لزوجة الوقود على انخفاض الضغط في أنابيب نظام الوقود، ففي حالة لزوجات مرتفعة ينتج عنها انخفاضات كبيرة في الضغط، وبالتالي يتطلب من مضخة الوقود أن تعمل بمجهود أكبر لإبقاء معدل تدفق الوقود ثابتاً. كما تؤثر اللزوجة أيضاً على أداء وحدة التحكم بنظام الوقود.

● **التطايرية**

التطايرية هي ميل الوقود للتبخر، وهي مهمة جداً؛ لأن الوقود يجب أن يتبخر قبل حرقه، بالإضافة إلى ذلك فإن التطايرية المرتفعة للوقود؛ يمكن أن تؤدي إلى زيادة تبخره. وتعتمد التطايرية على خاصيتين فيزيائيتين هما: ضغط البخار ومنحنى التقطير، فالوقود الأكثر تطايراً يتمتع بضغط بخار أعلى وبدرجات حرارة تقطير أولية أقل.



● **عدد البروم وعدد اليود**

يعرف هذا الصطلح بأنه كمية البروم (أو اليود) التي تضاف للرابطة الثنائية في المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة ويقدر بعدد جرامات الهالوجين لكل ١٠٠جرام من عينة الوقود. ويفيد هذا العدد في معرفة طبيعة المركبات غير المشبعة الموجودة في الوقود.

● **قرينات الحموضة**

تعرف قرينات الحموضة للأحماض العضوية وغير العضوية في عينة الوقود، بعدد المليجرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتعديل الحموض الموجودة في جرام واحد من الوقود. وتشير قرينة الحموضة إلى دور الوقود في تآكل المعادن.

● **الكثافة**

تتراوح كثافة المشتقات النفطية المستخدمة كوقود ما بين (٠,٧٢-٠,٩)، فهي في الجازولين ما بين (٠,٧٢-٠,٨٧)، وفي وقود الطائرات (٠,٨-٠,٨٦)، وفي الديزل (٠,٨٤-٠,٩) وغيرها، وتقاس كثافة الوقود عادة بدرجات المعهد البترولي الأمريكي (API). وللكثافة علاقة بطبيعة المركبات الهيدروكربونية الموجودة في الوقود، لذلك فمن الممكن الاستدلال على

طبيعة الوقود إلى حد ما بمعرفة كثافته.

● محتوى الكبريت

يوجد الكبريت في الوقود على شكل مركبات مختلفة مثل الثيوفينات والكبريتيدات والمركبتانات وغيرها، ولهذه المركبات تأثير ضار على البيئة وعلى المحرك، فعلى سبيل المثال، تساعد المركبات الكبريتية على تآكل أجزاء المحرك، حيث يتجمع الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن الاحتراق في المحرك مسبباً تآكله. إضافة إلى ذلك تسبب المركبات الكبريتية الفعالة تآكلاً شديداً في وحدة الاحتراق في المحرك وفي خزانات حفظ ونقل الوقود.

● ضغط البخار

يعد ضغط البخار من خصائص الوقود الهامة، حيث يؤدي وجود كميات كبيرة من المركبات منخفضة درجة الغليان في الوقود إلى ارتفاع في ضغط بخاره ، وهذا يؤدي إلى فقده عند ضخه ونقله وتخزينه. ويؤدي انخفاض ضغط البخار عن حد معين إلى صعوبة تشغيل المحرك خاصة في الأجواء الباردة. ويقاس ضغط البخار عادة بطريقة ريد (Reid) عند درجة حرارة ٣٨ْم.

● عدد البريق

تقاس قابلية تشكل البقايا الكربونية بعدد البريق، ويقاس هذا العدد بإجراء تجارب احتراق بوجود خلية ضوئية، وذلك بمقارنة بريق الاحتراق مع البريق الحاصل عند حرق الأيزو أوكتان (ذي البريق المنخفض) وحرق التنزالين (ذي البريق المرتفع)، فكلما ارتفع عدد البريق كان تشكل البقايا الكربونية منخفضاً والعكس صحيح. وتعد هذه الخاصية من المواصفات الأساسية لكيروسين الطائرات.

● نقطة التدخين

تدل نقطة التدخين على قابلية احتراق الوقود، ويتم قياسها بنسبة الكربون المتوضع والدخان المتشكل وإشعاع اللهب، وتعتمد في ذلك على التركيب الكيميائي للوقود، حيث تمتاز المركبات البرافينية بخواص احتراق جيدة مقارنة بالمركبات العطرية، أما المركبات النفثينية فهي متوسطة في خصائصها وأقرب إلى البرافينية منها إلى العطرية. وتعد هذه الخاصية من المواصفات الأساسية لكيروسين الطائرات.

مضافات وقود المشتقات النفطية

تختلف أنواع وخواص الوقود بالإضافة إلى الشوائب الموجودة فيه باختلاف النفط الخام الأساس المنتج منه وطرق تصنيعه، ويؤدي وجود الشوائب في الوقود إلى اضطرابات أثناء الاستخدام والنقل والتخزين ومن أهم تلك الشوائب مايلي:

١- مركبات أوليفينية وحيدة وثنائية الرابطة المضاعفة، ومركبات نتروجينية وأكسجينية ، حيث يؤدي وجود مثل هذه المركبات في الوقود إلى عدم ثباتيته عند التخزين.

٢- برافينات صلبة لها تأثير سلبي على الوقود عند انخفاض درجة الحرارة أثناء الاستخدام والتخزين والنقل.

٣- مركبات أوليفينية وعطرية تؤدي إلى انخفاض عدد السيتان في الديزل على سبيل المثال.

٤- مركبات كبريتية وحموض نفثينية تؤدي إلى حدوث تآكل عند الاستخدام والتخزين. ويوضح الجدول (٥) متطلبات نظام الجمعية الأمريكية (ASTM) لثلاثة أنواع من زيوت وقود الديزل ذات الكبريت المنخفض.

وبناءً عليه، فإن وجود الشوائب المذكورة في معظم أنواع الوقود الناتجة عن عمليات تكرير النفط الخام تحتاج إلى عمليات تنقية، ومضافات تختلف باختلاف أنواع وكمية الشوائب الموجودة فيه، وذلك للحصول على وقود له مواصفات عالية من الجودة. فعلى سبيل المثال: يمكن التخلص من مركبات الكبريت والنيتروجين بالإضافة إلى الأكسجين، بواسطة التنقية بالهيدروجين، كما يمكن التخلص من المركبات الأوليفينية وحيدة وثنائية الرابطة المضاعفة بواسطة الهدرجة.

تستخدم مضافات وقود المشتقات النفطية لأغراض كثيرة ومتعددة فهي إما لتحسين أداء المحرك، أو لثباتية الوقود، أو لتداول الوقود، أو للتحكم في التلوث، ومن أهم هذه المضافات مايلي:

● مضافات أداء المحرك

تستخدم هذه المضافات لتحسين أداء المحرك، ومن أهمها ما يلي:

❋ **محسنات رقم السيتان :** وهي محسنات لاشتعال وقود الديزل حيث تعمل على خفض ضجيج الاحتراق والدخان، وتعد مادة نترات -٢- إيثيل الهكسيل (نترات الأوكتيل) من أكثر هذه الأنواع استخداماً.

ومن خصائص هذه المادة أنها غير ثابتة حرارياً، وتتفكك بسرعة عند درجات حرارة عالية في غرفة الاحتراق، حيث تساعد نواتج التفكك على بدء احتراق الوقود، مما يقلل من فترة تأخير الاشعال، مقارنة بالوقود الذي لا يحتوي على مثل هذه المادة. وتختلف الزيادة في رقم السيتان لتركيز ما من نترات الأوكتيل من وقود لآخر، وتكون هذه أكبر لوقود له رقم سيتان عال نسبياً. وتستخدم هذه المادة بتركيز يتراوح ما بين ٠,٠٥٪ إلى ٠,٤٪ وزناً حيث تزيد رقم سيتان الوقود بمقدار (٣-٨)، كما

الخاصية	كبريت منخفض 1-D	كبريت منخفض 2-D	4-D
نقطة الوميض، حد أدنى(مْ) .	٣٨	٥٢	٥٥
ماء ورواسب أقصى (٪حجم).	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٥
درجة حرارة التقطير (٩٠٪ حجماً) حد أقصى (مْ)	٢٨٨	٣٣٨	--
اللزوجة الكينماتيكية (سنتي ستوك)، ٤٠مْ.			
(حد أدنى)	١,٣	١,٩	٥,٥
(حد أعلى)	٢,٤	٤,١	٢,٤
الرماد (٪ وزناً)، حد أعلى.	٠,٠١	٠,٠١	٠,١
محتوى الكبريت (٪ وزناً)	٠,٠٥	٠,٠٥	٢
عدد السيتان، حد أدنى.	٤٠	٤٠	٣٠
قرينة السيتان، حد أدنى.	٤٠	٤٠	-
العطرية (٪ حجماً) حد أعلى.	٣٥	٣٥	-
المتبقي من الكربون - متبقي تقطير- (١٠٪ وزناً)، حد أعلى.	٠,١٥	٠,٣٥	-

● جدول (٥) متطلبات (ASTM-D975) لثلاثة أنواع من زيوت وقود الديزل.

أدخل حديثاً فوق أكسيد ثنائي ثالثي البيوتيل تجارياً كمحسن لرقم السيتان.

تعمل نترات أيضاً الألكيل الأخرى والنترات وبعض مركبات النتروزو على تحسين رقم السيتان، ولكنها لا تستخدم في الوقت الحاضر على مستوى تجاري.

* **مضافات تنظيف الحاقن:** وتعمل على إزالة الترسبات المتشكلة بواسطة الوقود وزيت علبة الكرنك (Crank case) على سطح فوهة الحاقنات. ويتنوع مدى تكوين الترسبات بإختلاف نوع وتصميم المحرك، وتركيب الوقود، وتركيب مادة التزييت، وظروف التشغيل. لذا فإن مضافات تنظيف بوليمرية عديمة الرماد يمكن أن تنظف ترسبات حاقن الوقود، وتحافظ على نظافة الحاقنة، وتستخدم المضافات المنظفة – تتركب من مجموعة قطبية ترتبط بالمواد المترسبة ومن مجموعة غير قطبية تذاب في الوقود – بتركيز يتراوح ما بين ٥٠ إلى ٣٠٠ جزء من مليون.

* **مضافات التزييت:** وتستخدم مع وقود الديزل المعالج بالهيدروجين تحت ظروف قاسية والذي له قابلية تزييت ضعيفة. وكذلك مع أنواع الوقود الأخرى وتحتوي هذه المضافات على مجموعة قطبية تنجذب إلى سطح المعدن مكونة طبقة سطحية رقيقة، فتعمل كمادة تزييت فاصلة عند تماس سطحين معدنيين مع بعضهما. ومن الأنواع الشائعة المستخدمة أحماض دسمة بنسبة ١٠–٥٠جزء من مليون، واسترات بنسبة ٥٠–٢٥٠ جزء من مليون.

* **مثبطات الدخان:** وتستخدم لخفض نسبة انبعاث الدخان الأسود الناتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود، وهي عبارة عن محفزات عضو معدنية يدخل في تركيبها الحديد والسيريوم والبلاتين.

• مضافات التعامل مع الوقود

من أهم هذه المضافات مايلي:

* **مانعات للرغوة:** وتضاف لمنع تشكل الرغوة أثناء ضخ الوقود في الخزان، وأغلب هذه المضافات عبارة عن مركبات سيليكون عضوية تستخدم بتراكيز تصل إلى ١٠ جزء من مليون.

* **مانعات التجمد:** وتستخدم لمنع تجمد الماء الحر الموجود بكمية قليلة جداً في الوقود والذي يؤدي إلى انسداد أنابيب الوقود أو المرشحات. ومن هذه المضافات أغوال بوزن جزيئي منخفض مثل الأيزوبروبانول، وتضاف لجميع أنواع الوقود مثل جازولين السيارات والطائرات والديزل.

* **مضافات تشغيل عند درجات حرارة منخفضة:** وتستخدم لخفض نقطة انسكاب الوقود أو نقطة التعكر أو خواص تدفق الوقود في الطقس البارد. ومعظم هذه المضافات عبارة عن مركبات بوليمرية تتداخل مع بلورات الشمع التي تتكون في الديزل عندما يبرد إلى درجة حرارة أقل من نقطة التعكر.

* **مثبتات الوقود:** وتعمل على علاج عدم ثباتية الوقود الناتجة عن تكوين الأصماغ والتي يمكن أن تؤدي إلى تكوين ترسبات في الحاقنات، أو جسيمات تؤدي إلى انسداد مرشحات الوقود أو نظام حقن الوقود. ويعتمد استخدام هذه المضافات على نوعية مصدر الوقود مثل نوعية الزيت الخام، وعمليات التكرير وغيرها.

* **مانعات الأكسدة:** وتعمل على عدم أكسدة الوقود الناتج عن عمليات تكرير النفط الخام على أوليفينات أي مركبات غير مشبعة تتأكسد أثناء التخزين وبشكل مركبات غير مرغوب بها. وتعد الأكسدة أحد عوامل عدم ثباتية الوقود، والتي فيها يهاجم الأكسجين الموجود في كمية صغيرة من الهواء المذاب في المركبات الفعالة في الوقود، وتجري تفاعلات متسلسلة معقدة. وفي هذه الحالة يعمل مانع الأكسدة على تثبيط هذه التفاعلات، ومنع تشكل مركبات فوق الأكاسيد. ومن أهم مانعات الأكسدة المستخدمة مركبات فينولية وأمينية مثل فينيلين ثنائي آمين والتي تستخدم بتركيز ١٠–٨٠ جزء من مليون.

* **مثبتات الرقم الهيدروجيني:** حيث تعد التفاعلات الحمضية والقاعدية أحد العوامل الأخرى لعدم ثباتية الوقود، يمكن استخدام أنواع معينة من المثبتات لمنع حدوث مثل هذه التفاعلات. ومن أمثلة هذه المثبتات: أمينات قاعدية قوية تستخدم بتراكيز تتراوح مابين ٥٠–١٥٠ جزء من مليون، حيث تتفاعل مع مركبات ذات صفة حامضية ضعيفة، وتكوِّن منتجات تبقى مذابة في الوقود، ولكن دون أن تتفاعل مع أي من مكوناته.

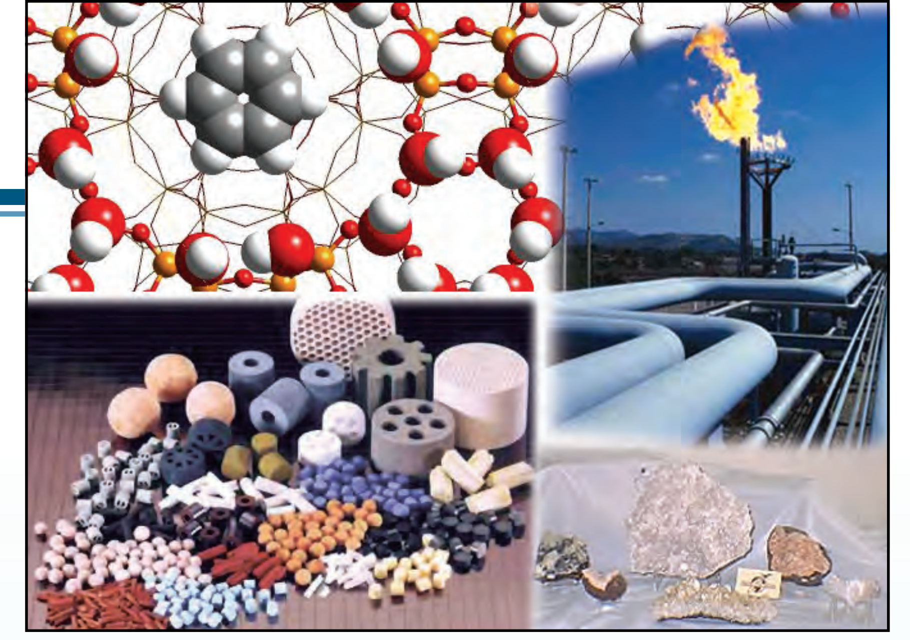
* **مثبطات المعادن:** وتعمل على ربط المعادن الذائبة بكميات صغيرة جداً – مثل النحاس والحديد – التي تساهم في عدم ثباتية الوقود عن طريق تسريع التفاعلات، وتوجد هذه المثبطات عادة بتركيز يتراوح ما بين ١٥–١٠٠ جزء من مليون.

* **مانعات التآكل:** وتعمل على منع التآكل حيث إن معظم أنابيب البترول والخزانات مصنوعة من الفولاذ؛ مما يؤدي إلى تكوين الصدأ بوجود الماء. ومع مرور الزمن فإن الصدأ يعمل على احداث مسامات في جدران الأنابيب مما يسبب في تسرب الوقود منها، كما يتلوث الوقود بجسيمات الصدأ التي قد تعمل على انسداد مرشحات الوقود وتزيد من تعرية المضخة والحاقن. إضافة إلى ذلك ينتج التآكل عادة بسبب وجود مركبات الكبريت في الوقود؛ التي تحترق مكونة غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يتفاعل بدوره مع بخار الماء الناتج عن الاحتراق مكوناً حمض الكبريتيك الذي يتأكسد كلياً أو جزئياً مكوناً حمض الكبريت، حيث يؤدي كلا الحمضين المتشكلين إلى تآكل الحديد والفولاذ؛ وبالتالي إلى عطب أجزاء المحرك مع مرور الزمن. لذا فإن إضافة مركبات ترتبط بجدار سطح المعدن؛ لتشكل واقياً يمنع وصول عوامل التآكل يعد أمراً حيوياً . وتستخدم هذه المركبات بتراكيز تتراوح بين ٥–١٥ جزء من مليون.

* **الأصباغ:** وتستخدم لتمييز آصناف الوقود.

* **مضافات الناقلية الكهربائية:** وتعرف أيضاً مضافات مبددة للشحنات الكهربائية الساكنة أو مضافات محسنات الناقلية الكهربائية.

* **مبيدات حيوية (Biocides):** وهي عبارة عن مواد مثل الديكوكابورينان (Diocaborinanes) تضاف للوقود للقضاء على بعض الجراثيم اللاهوائية التي تقوم بإختزال الكبريتات إلى كبريتيد الهيدروجين بتآكل النحاس والفضة. كما تسبب تشكل الأوحال والطلاءات العطرية والمنتجات الثانوية الأكالة تآكلاً لخزان الوقود. لذا يضاف لبعض أنواع الوقود وخاصة وقود الطائرات.



دور المحفزات في تحسين مواصفات الوقود

د.سليمان بن حماد الخويطر

تمثل العمليات الحفزية حوالي ٨٣٪ من حجم تقطير الزيت الخام في العالم. وتتوزع هذه النسبة على ٤٥٪ لعمليات المعالجة بالهيدروجين، و١٧٪ للتكسير الحفزي بالطريقة السائلة، و١٤٪ لعمليات إعادة تشكيل النفثا ، و٥٪ للتكسير بالهيدروجين ، و٢٪ للتماكب. ويمثل سوق محفزات عمليات التكرير في الوقت الحاضر، حوالي ٢٤٪ من السوق العالمي بقيمة أكثر من ١٠ بلايين دولار خلال عام ٢٠٠٥م .

ونظراً لصدور قوانين بيئية صارمة للحد من التلوث البيئي عن طريق تحسين نوعية كل من وقود الجازولين والديزل ، فإن عمليتي المعالجة بالهيدروجين والتكسير الحفزي تستهلكان الجزء الأكبر من المواد المحفزة ، فضلاً عن ذلك فإنه من المتوقع أن يزداد الطلب على محفزات عملية المعالجة بالهيدروجين عند صدور مواصفات قياسية جديدة للحد من نسبة الكبريت في الوقود.

من جانب آخر يتسبب وجود العطريات والأوليفينات في وقود وسائل النقل الخفيفة والثقيلة أثناء النهار ـ فيما يعرف بالضباب الكيموضوئي (Photochemical Smog) ـ في إنبعاثات نسبة كبيرة من غاز الأوزون ، وبالتالي فإن مواصفات وقود جديدة ستضع ضغوطاً جديدة على مصافي تكرير البترول للحد من تلك المركبات في الوقود، مما سيؤدي إلى زيادة استهلاك المواد المحفزة وخاصة في عمليات إعادة التشكيل الحفزي.

يستعرض هذا المقال المواد المحفزة المستخدمة في عمليات تكرير البترول ودورها في تحسين مواصفات الوقود.

محفزات المعالجة بالهيدروجين

تعد عمليات المعالجة بالهيدروجين من أهم عمليات التكرير المستخدمة لتنقية المشتقات النفطية ـ كالجازولين والديزل وغيرها ـ من مركبات الكبريت والنيتروجين والفلزات التي تسبب تلوثاً للبيئة نتيجة انبعاثها على شكل أكاسيد من عوادم وسائل النقل والتي بدورها أيضاً تساهم في تشكيل أمطار حمضية . وبناءاً على ماتقدم فإنه يجب معالجة المشتقات النفطية بالهيدروجين وبوجود مواد محفزة فعالة لتحسين مواصفات الوقود وللتخلص من هذه العناصر الضارة. واعتماداً على كميات المحفزات المباعة في الأسواق العالمية سنوياً فإن محفزات المعالجة بالهيدروجين تعد من أكثر المحفزات استخداماً ، كما هو مبين في الجدول (١) .

وتحتوي محفزات المعالجة بالهيدروجين على المولبيدنوم أو الكوبالت أو النيكل المحمل على داعم من أكسيد الألمنيوم (الألومينا)، وعند تحميل الفلز لوحده على الألومينا وجد بأن لكبريتيد المولبيدنوم فعالية أعلى بكثير من كبريتيد الكوبالت أو النيكل في إزالة الكبريت والنيتروجين والأكسجين من المشتق النفطي. وبالتالي فإن محفز كبريتيد المولبيدنوم يعد من أفضل المحفزات التجارية في هذا المجال ، إضافة إلى ذلك فإن تحميل فلزين مثل الكوبالت والمولبيدنوم على الألومينا، والنيكل والمولبدنوم على الألومينا ينتج مواد محفزة أكثر فعالية من المولبيدنوم المحمل لوحده على الألومينا ، ويعزى هذا إلى أن كلاً من الكوبالت والنيكل يعملان كمعززان لفاعلية المولبيدنوم . وبناء عليه فإن الكوبالت يستخدم بصورة رئيسية كمنشط لمحفز كبريتيد المولبيدنوم المحّمل علي الألومينا في عمليات نزع الكبريت بوجود الهيدروجين. في حين يستخدم النيكل كمنشط لنفس المحفز في عمليات نزع النيتروجين بوجود الهيدروجين، وتحتوي محفزات المعالجة بالهيدروجين على عناصر معدلة مثل الفوسفور أو البورون أو الفلور أو الكلور التي تؤثر على الفعالية الحفزية وكذلك على الخواص الميكانيكية للمحفز، كما توجد محفزات أخرى تعتمد على التنجستن ، لأن له خواص كيميائية

العمليــــة	٢٠٠١م	٢٠٠٥م	٢٠٠٥م
المعالجة بالهيدروجين	٨٧٩	٩٣٨	٣٥٪
التكسير الحفزي	٦٩٦	٨٠٤	٣١٪
التكسير الهيدروجيني	١١٦	١٦١	٦٪
إعادة تشكيل النفثا	١٣٩	١٣٤	٥٪
التماكب	٤٦	٥٤	٢٪
محفزات أخرى	٥٤٩	٥٨٩	٢١٪

جدول (١) سوق المواد المحفزة في عمليات تكرير البترول بملايين الدولارات والنسبة المئوية لكل استخدام لعام ٢٠٠٥م .

مشابهة للموليبدنوم إلا أن استخداماته في هذا المجال محدودة نظراً لسعره المرتفع.

محفزات التكسير الحفزي

يوجد الآن حول العالم أكثر من ٣٥٠ وحدة تكسير حفزي في الطور السائل (FCC) تستخدم حوالي ١٤٠٠ طن يومياً من محفز التكسير. وتكمن الفائدة الرئيسية من عملية التكسير (FCC) في مرونتها المميزة ، نظراً لوجود المحفز الذي يتكون من كريات مسامية يبلغ قطر الواحدة منها حوالي ٦٠ مايكرومتر في الطور السائل (Fluidized).

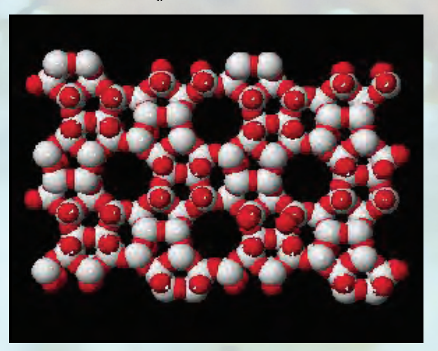
ركزت معظم دراسات عمليات التكسير الحفزي (FCC) على (Zeolite-y) كأفضل الزيوليتات لهذه العملية ، وقد أظهرت التجارب بأن لهذا النوع من المحفزات صفات حامضية ومسامية نوعية مما جعله مثالياً لتكسير مكونات زيت الغاز إلى جزيئات تقع في نطاق الجازولين (C_8 - C_5).

ويمكن تقسيم محفزات التكسير (الزيولايت) حسب الغرض من عمليات التكسير، فمثلاً لإنتاج الجازولين، أوتعزيز رقم الأوكتان، أو إنتاج أوليفين، أو تكسير بقايا التقطير (لقيم ثقيل). أوزيادة فعالية المحفز وانتقائية عملية التكسير، فإنه يجب أن يتمتع المحفز بثلاث خواص أو مكونات أساسية، وهي:

١ـ حجم خلية الوحدة للزيولايت الأساس (Zeolite-y) ، أي نسبة السيليكون إلى الألمنيوم.

٢ـ وجود أو غياب بنية فعالة حفزياً ، أي درجة فعالية التكسير لبنية المحفز.

٣ـ وجود أو غياب مسام صغيرة أو كبيرة انتقائية الشكل لمنخل جزيئي.



أحد أنواع (Zeolite-y) .

يمكن أن تعزى التغيرات في انتقائية المحفز مباشرة إلى قوة المراكز الحامضية وتركيزها في الزيولايت، ويمكن استخدام قيمة حجم خلية الوحدة لحساب نسبة كل من المراكز الحامضية القوية إلى المراكز الحامضية الضعيفة، وذلك عن طريق حساب عدد الألومينا الرباعية؛ وهذا يبين توجه المحفزات نحو إنتاج الجازولين، فعلى سبيل المثال، عندما تكون هذه القيمة مساوية (٢٤٥ + ٠,٠٥) فإن المحفز يوجه التفاعل نحو إنتاج الجازولين برقم أوكتان مرتفع ومردود مرتفع من الأوليفين.

محفزات التكسير الهيدروجيني

تم تطوير عملية التكسير الهيدروجيني لتحويل أو لتكسير لقائم المشتقات النفطية الثقيلة نسبياً إلى منتجات وقود أخف لوسائل النقل تحت ضغط هيدروجين يتراوح ما بين ٥٠-٢٠٠ رجوى بوجود محفز واحد أو مجموعة من المحفزات.

ويعتمد استخدام المحفزات على ظروف التشغيل ومتطلبات مواصفات الوقود المرغوب به، فعلى سبيل المثال للحصول على انتقائية عالية من النفثا وبأرقام أوكتان مرتفعة فإن ذلك يتطلب محفز حامضي قوي يتميز بوظيفة نزع هيدروجين ضعيفة نسبيا. وبالعكس يتطلب بعض الأحيان مواد محفزة انتقائية للمقطرات المتوسطة بحيث يتميز بوظيفة نزع هيدروجين عالية ووظيفة حمضية منخفضة .

ومن أهم المحفزات المستخدمة تجارياً هي التي يستخدم فيها الزيولايت كأساس، ومن المعلوم أن معظم الزيوليتات لها صفة حامضية عالية نسبياً. ومن أهم أنواع الزيوليتات المستخدمة هي النوع (Zeolite-y)، ويتميز بمسامات كبيرة بالمقارنة مع الألومينوسيليكات. ومن أهم محفزات التكسير الهيدروجيني ثنائية الوظيفة المستخدمة هي النيكل على الموليبدنوم (Ni/Mo) المدعم على الألومينا (Ni/w) على الألومينا و(pt/pd) المدعمة على الألومينا وأكسيد السيليكون أوالزيوليتات. وتقوم المجموعة الفلزية في هذه الحالة بوظيفة الهدرجة، أما المواد الداعمة فتقدم الوظيفة الحمضية.

محفزات إعادة تشكيل النفثا

استخدمت هذه العملية منذ حوالي نصف قرن لتحويل النفثا البترولية إلى مكونات للجازولين ذات صفات عالية ضد عملية الدق في المحركات. ومعظم هذه المكونات هي مركبات هيدروكربونية أروماتية تضاف للجازولين لرفع رقم أوكتانه ، وبالتالي زيادة مقاومته لعملية الدق. وقد استخدمت أول عملية تجارية محفز من الموليبدينا ـ ألومينا على شكل طبقة ثابتة، وبعد ذلك طورت هذا الطريقة باستخدام محفز من الموليبدينا ـ ألومينا والكروميا ـ ألومينا بالطبقة الفوارة. ومن أهم أنواع المحفزات التي تم استخدامها وتطويرها لهذه العملية ما يلي:

محفزات البلاتين المدعمة على الألومينا

هناك عدة طرق لتحضير هذا النوع من المحفزات ، ومن أحدى تلك الطرق تشريب الألومينا التي تتراوح مساحتها السطحية ما بين ١٥٠-٣٠٠م٢/جم بحمض كلورو البلاتينيك ومن ثم إجراء عملية كلسنة في جو من الهواء عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٥٥٠°-٦٠٠°م ، وتتراوح كمية البلاتين المستخدمة في محفزات البلاتين – ألومينا التجارية – ما بين ٠,٣-٠,٦ ٪ وزناً، كما وتحتوي المحفزات على كمية من الكلور تتراوح ما بين ٠,٣- ١ ٪ وزناً.

ويستخدم هذا النوع من المحفزات في العمليات الصناعية على شكل كريات أو قطع اسطوانية الشكل تتراوح أبعادها ما بين ١,٥-٤مم.

محفزات ثنائية الفلز المدعمة على الألومينا

من أنواع هذه المحفزات ما يلي:

* **محفزات بلاتين ـ روديوم:** وتعد أكثر المحفزات استخداماً في عمليات إعادة التشكيل، وتكون كمية كل من الفلزين حوالي ٠,٣٪ وزناً. وتعد هذه الأنواع من المحفزات الحساسة جداً للكبريت وخاصة فلز الروديوم، فوجود غاز كبريتيد الهيدروجين يثبط عمل المحفز وبشكل خاص

في عملية التحلل الهدروجيني للرابطة الأحادية بين ذرتي كربون.

* **محفزات البلاتين ـ إريديوم:** وتحضّر بالتشريب المشترك على داعم مثل السيليكا أو الألومينا لكل من حمض كلورو البلاتينيك وحمض كلورو الإريديك، وبعد عملية التشريب يجفف المزيج ويكلسن في جو من الهواء عند درجة حرارة تتراوح من ٣٠٠ ْـ٣٥٠مْ، وبعدها يعرض لتيار من الهيدروجين عند درجة حرارة من ٣٥٠ْـ ٥٠٠ْم وذلك لاختزال كل من البلاتين والايديوم.

* **محفزات بلاتين ـ قصدير:** وتعتمد فاعليتها في عملية إعادة التشكيل على حالة أكسدة القصدير بعد تعرض المحفزات إلى الهيدروجين عند درجات حرارة التشغيل، إضافة إلى نسبة كل من البلاتين والقصدير على الداعم الذي يكون عادة من الألومينا أو السيليكا. تختلف المحفزات من نوع ($Pt-Sn/SiO_2$) عن المحفزات($Pt-Sn/Al_2O_3$) من ناحية تركيبها وفعاليتها إذا أخذ بعين الاعتبار حالة عدد أكسدة القصدير، فعند ما تكون السيليكا هي الداعم فإنه يوجد ارتباط كثيف بين ذرات القصدير مع ذرات البلاتين، وبين ذرات القصدير نفسها، ويكون مدى ارتباط ذرات القصدير مع الأكسجين صغير جداً. أما إذا كان الداعم الألومينا فإن الارتباط يكون على عكس ذلك، أي يرتبط القصدير بشكل كبير مع الأكسجين، ويكون ارتباطه من البلاتين ومع نفسه صغير.

* **محفزات بلاتين ـ زيولايت:** وتستخدم على نطاق كبير في وحدات إعادة التشكيل التجارية، ولها محدودية كون أن الانتقائية لتعطر الألكانات (C_6 و C_7) ضعيفة جداً بالنسبة للألكانات التي لها عدد ذرات كربون أعلى في نطاق درجة حرارة غليان النفثا، وهذا قد يكون مرتبطاً بالمراكز الحامضية الفعّالة عند استخدام الألومينا كداعم. أما في حالة استخدام الزيولايت كداعم للبلاتين فيكون له فائدة مميزة بالمقارنة مع محفزات إعادة التشكيل التقليدية لأن التركيبة البنائية للزيولايت ليست حامضية، ولكنها عبارة عن أخاديد صغيرة جداً من رتبة النانو (٠,٧١ نانومتر) ويوجد فيها البلاتين متوضعاً بكثافة عالية جداً. فعند استخدام هذا النوع من المحفزات في عمليات إعادة التشكيل فإن إنتقائيتها لتعطر الألكانات (C_6وC_7) عالية جداً لأنه لا يوجد فيها مراكز حامضية فعّالة تقوم بتفاعلات منافسة مثل التماكب والتكسير الهيدروجيني.

ولسوء الحظ إن مثل هذه الأنواع من المحفزات حساسة جداً لمركبات الكبريت مثل الثيوفين، وتتسمم بسرعة عند وجوده في اللقيم بتراكيز تتراوح ما بين ٥٠-٢٠٠ جزء من بليون، وهذا يؤثر على فعالية وانتقائية المحفز. لذلك فإنه عند استخدام هذه الأنواع من المحفزات يجب نزع الكبريت من اللقيم المستخدم إلى مستويات منخفضة جداً لكي تكون عمليات إعادة التشكيل مجدية اقتصاديا.

محفزات عمليات التماكب

تعد عمليات التماكب من أهم عمليات تحسين مواصفات وقود المحركات والتي يتم فيها تحويل الألكانات الخطية المنخفضة الوزن الجزيئي ـ مثل البنتان النظامي والهكسان النظامي ـ إلى متماكباتها المتفرعة بهدف رفع رقم أوكتانها لتكون مكونات للجازولين بتحسين صفاته الاحتراقية، كما أن تحويل البيوتان النظامي إلى آيزوبيوتان هام جداً لاستخدام الأخير في عمليات الألكلة مع الأوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي وأيضاً لاستخدامه في إنتاج ميثيل ثلاثي بيوتيل الإيثر، وذلك عن طريق نزع الهيدروجين منه وتحويله إلى آيزوبيوتين.

هناك نوعان من المحفزات لعملية التماكب البنائي للبرافينات عن طريق أيونات الكربينيوم أو الكربونيوم كمواد وسطية هما:

محفزات حامضية أحادية الوظيفة

تم اختبار مجموعة متنوعة من الأحماض لعملية التماكب البنائي للألكانات، ومن أكثر الأنواع المعروفة من هذه الفئة هو كلوريد الألمنيوم الذي يعرف بحمض **لويس** أو محفز **فريدل–كرافت**. ولكن هذا الحمض لا يستخدم لوحده بل يقترن بحمض كلوريد الهيدروجين (HCl)، الذي يتفاعل ليكون مراكز فعالة للتماكب ويعطي حمض برونستد ($HAlCl_4$) الفعّال أيضاً في عملية التماكب. وقد استخدمت المجموعة ($HCl/AlCl_3$) على نطاق كبير في العمليات الصناعية القديمة.

ومن أهم المحفزات الحامضية السائلة هو حمض فائق الحامضية ($HSbF_6$). ويستخدم هذا الحمض مع ($AlCl_3$).

تعاني المحفزات الحامضية أحادية الوظيفة من مساوئ تفاعلات انتهاء السلسلة مما يؤدي إلى تثبيط المحفز، ولتلافي ذلك فإنه يضاف حمض جديد أثناء التشغيل في العمليات التي تستخدم محفزات أحادية الوظيفة، وذلك لتعويض الحمض المستهلك، ولهذا السبب فقد تم تطوير محفزات ثنائية الوظيفة لتحل محل محفزات أحادية الوظيفة.

محفزات ثنائية الوظيفة

في هذا النوع من المحفزات يقترن الحمض مع فلز يمتلك فعالية للهدرجة، ومن أمثلة هذه المحفزات ألومينا مكلورة مقترنة مع البلاتين، وسيليكا ـ ألومينا مقترنة مع البلاتين، وزيوليتات حامضية مقترنة مع البلاتين أو البلاديوم. كما يمكن اعتبار كبريتيدات الموليبدنوم أو التنجستن المنشطة بفلز النيكل والمدعمة على ألومينا مهلجنة أو سيليكا ـ ألومينا بمحفزات ثنائية الوظيفة.

ومن أهم المحفزات ثنائية الوظيفة المستخدمة في الصناعة لعملية تماكب الألكانات ذات الوزن الجزيئي المنخفض البلاتين المدعم على ألومينا تمت كلورتها بإمرار كلوريد الهيدروجين عليها، والبلاتين على سيليكا ـ ألومينا. ويستخدم أيضاً الزيولايت بدلاً منها عن طريق أقترانها مع فلز نبيل.

ويمكن تصنيف العمليات الصناعية لتماكب برافينات (C_5 و C_6) الموجودة في النفثا الخفيفة غير المعالجة وفق استخدام المواد المحفزة إلى ما يلي:

ـ عمليات تستخدم ($HCl/AlCl_3$)، كمحفز

أحادي الوظيفة.

ـ عمليات تستخدم فلز نبيل مع ألومينا مكلورة كمحفز ثنائي الوظيفة.

ـ عمليات تستخدم فلز نبيل على سيليكا ـ ألومينا كمحفز ثنائي الوظيفة.

ـ عمليات تستخدم فلز نبيل على زيوليتات كمحفز ثنائي الوظيفة.

محفزات أخرى

من أهم تلك المحفزات ما يلي:

محفزات ألكلة الآيزوبيوتان مع أوليفين

تزداد أهمية عملية ألكلة الآيزوبيوتان مع أوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي لإنتاج مركبات لها عدد أوكتان عال وضغط بخار ريد منخفض، وجازولين فيً صناعة التكرير. ويزداد الطلب في الوقت الحاضر على المركبات المؤلكلة بعد صدور قوانين بيئية بشأن خفض نسبة المركبات الأروماتية والأوليفينات في الجازولين، بالإضافة إلى إزالة ميثيل ثلاثي بيوتيل الايثر من الجازولين كلياً. ونظراً لأهمية تلك المركبات في الجازولين لرفع رقم أوكتانه ومنع عملية الدق في المحركات فإن خفض نسبتها أو إزالتها منه يقلل من جودته، لذا فقد لجأت معظم مصافي تكرير النفط إلى تطوير عمليات ألكلة الآيزوبيوتان مع البيوتينات.

تستخدم طرق الألكلة التقليدية في الوقت الحاضر أحماضاً سائلة مثل حمض الكبريت وحمض فلوريد الهيدروجين لتحفيز تفاعل الألكلة، ولكن استخدام هذه الأصناف في الطرق الصناعية يسبب مشاكل كثيرة، وذلك لأن حمض فلوريد الهيدروجين مادة أكالة وسائل عالي السمية وله درجة غليان قريبة من درجة حرارة الغرفة، فعند تحرره في الهواء الجوي فإنه يشكل أبخرة تنتشر في طبقات قريبة من سطح الأرض لمسافات تبلغ الكيلومترات. لذلك فإن منظمات حماية البيئة تمارس ضغوطاً على مصافي تكرير النفط التي تستخدم حمض فلوريد الهيدروجين في وحدات الألكلة لاستبداله بمادة محفزة أخرى، أما بالنسبة لحمض الكبريت فهو مادة أكالة ولكنها غير متطايرة، والتعامل معها أسهل من التعامل مع حمض فلوريد الهيدروجين. ولكن من مساوئ استخدامه كمحفز في عمليات الألكلة استهلاكه بكميات كبيرة حوالي (٧٠-١٠٠) كجم من الحمض لإنتاج طن واحد من المركبات المؤلكلة، إضافة إلى ذلك فإن درجة ذوبانه منخفضة جداً ودرجة حرارة التفاعل المثلى ٤-١٠°م، مما يتطلب إضافة وحدات تبريد اضافية لتبريد وحدة الألكلة، وبالتالي رفع تكاليف إنتاج الألكيلات. وإذا أجريت العملية عند درجة حرارة ١٨°م، فإن ذلك يسبب تفاعلات أكسدة للمركبات الهيدروكربونية مع تشكل ماء و غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يعد ملوثاً وضاراً على البيئة. وعلاوة على ذلك فإن الحمض المستهلك يحتوي على مركبات هيدروكربونية ثقيلة وماء، ويكلف إعادة تنشيطه ثلاثة أضعاف تكلفة الحمض الجديد. كما أن وجود أوليفينات من (C_3 و C_5) يؤدي عادة إلى استهلاك أكبر للحمض وخفض رقم أوكتان الألكيلات.



مصفاة تكرير نفط.

ونتيجة لذلك فإن عمليات الألكلة باستخدام (HF و H_2SO_4) تعاني من مردود منخفض للمركبات المؤلكلة، وتآكل وصعوبة في التخلص من الحمض المستهلك وارتفاع تكلفة الإنتاج والتأثيرات السمية على البيئة. لذا فإن العاملين في مجال الصناعة ومراكز الأبحاث بصفة عامة ما زالوا يبحثون منذ سنوات لتطوير مواد محفزة صلبة لعملية ألكلة الآيزوبيوتان مع أوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي في الطور الغازي والسائل. وقد توصلت بعض الشركات البترولية إلى تقنيات جديدة يستخدم فيها أحماضاً صلبة، ولكن إلى الآن لم تستخدم أي منها على المستوى التجاري. وقد ركزت الأبحاث الحديثة على الأحماض الصلبة التي أساسها زيوليتات وأكاسيد فلزية، ولكن معظم هذه المحفزات تفقد فعاليتها وانتقائيتها بسرعة في تفاعلات الألكلة، لذلك فقد تم اقتراح واختبار أنواعاً عديدة من الأحماض الصلبة من أهمها ما يلي:

* **كبريتات الزركونيا:** وقدم تم تطويرها في العشر سنوات الماضية نظراً لصفتها الحامضية الفائقة وقابليتها لألكلة الآيزوبيوتان مع أوليفينات،وقد وجد أن هذا المحفز فعالاً ذا انتقائية عالية لتكوين مركب ٢، ٢، ٤- ثلاثي ميثيل البنتان الذي يعد مركباً أساسياً لرفع رقم أوكتان الجازولين وتحسين جودته، ولكن وجد أن عمر هذا المحفز قصير جداً لأنه يفقد فعاليته بسرعة نتيجة توضع الكربون على سطحه، لذلك فهو يحتاج إلى إعادة تنشيط بشكل مستمر، إضافة إلى ذلك فإنه يكّون منتجات تكسير من C_5-C_7، بكميات كبيرة نظراً لاحتوائه على كمية كبيرة من الكبريت. ولتجنب ذلك فقد تم تعديل المحفز بتحميل البلاتين والحديد والمنغنيز على سطحه وإجراء تفاعل الألكلة عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٦٠°-١٥٥°م، ونسب متنوعة من الآيزوبيوتان إلى الأوليفين.

وفي أبحاث أخرى تم استخدام كبريتات بعض الأكاسيد الفلزية مثل: SO_4/Fe_2O_3,SO_4/Al_2O_3,SO_4/TiO_2,SO_4/SnO_2 تحت ظروف متنوعة، ووجد بأن النواتج هي عبارة عن مماكبات للبنتان، والهكسان، والهبتان، والأوكتان، ولكن كان مردود الألكيلات المرغوبه لتحسين جودة الجازولين كثلاثي ميثيل البنتان منخفض جداً.

*** بوليمرات عضوية حامضية:** حيث من المعلوم أن تفاعل ألكلة الآيزوبيوتان مع الأوليفين يتم ديناميكياً عند درجات حرارة منخفضة تتراوح ما بين ٢٠ – ١٥٠ْم. وعند هذا النطاق من درجات الحرارة يمكن استخدام راتنجات عضوية كمواد محفزة، وقد أظهرت الأبحاث بأن مادة النافيون (راتنج حمض السلفونيك فوق المفلور) مادة فائقة الحامضية وفعالة وذات انتقائية عالية كمحفز في عملية ألكلة الآيزوبيوتان مع ٢– بيوتين. ولكن نظراً لمساحة سطحها الصغيرة جداً (٠,٢٠م٢/جم) فإن المراكز الحمضية الفعالة فيها محدودة، ولا يمكن استخدامها على مستوى تجاري، لذا فقد طور أحد الباحثين مادة محفزة صلبة من النافيون بإدخال جسيمات من راتنج النافيون بحجم النانو في داعم من السيليكا عالي المسامية، ووجد بأن هذا المحفز سرّع التفاعل بمعدل أعلى من محفز النافيون غير المدعم.

*** الزيولايت:** وقد بدأ استخدامها كمواد محفزة في التفاعلات العضوية في بداية الستينات، حيث استخدمت بداية في الصناعات البتروكيميائية وتصنيع الوقود، ومن ثم اتسع استخدامها في المجالات ألاخرى.

وقد استخدم الباحثون في شركة موبيل للبترول في بداية الستينات عدة أنواع من الزيوليتات في تفاعلات ألكلة الآيزوبيوتان مع أوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي مثل الإيثلين أو البروبلين أو البيوتينات، حيث أجري تفاعل الألكلة في مفاعل مغلق (صاد موصد) باستخدام زيولايت من نوع إكس (X) وعند درجة حرارة ١٠٠ْم.

ومن أنواع الزيوليتات الأخرى التي تم اختبارها لعملية الألكلة هي: الفوجاسيتات الحامضية (Faujasites)، ونوع (y)، ونوع (USy)، حيث استخدمت هذه الأنواع كما هي أو محمل عليها بعض أنواع الفلزات مثل اللانثانيوم وغيرها، وقد وجد بأن هذه الأنواع تفقد فعاليتها بسرعة بغض النظر عن ظروف التشغيل. إضافة لذلك أقترح بعض الباحثين في مراكز أبحاث كل من شركة يونيون كربايد (Union Carbide Corp)، وشركة إسو (ESSO)، والمعهد الفرنسي للبترول وغيرها من الشركات ومراكز الأبحاث الأخرى، تحميل بعض أنواع الفلزات النبيلة على الفوجاسيتات. وقد أظهرت هذه الأنواع فعالية أكثر من تلك الأنواع التي ذكرت سابقاً، إلا أنها تفقد نشاطها أيضاً بسبب توضع الكربون على سطحها.

كما تم اختبار أنواعاً أخرى من الزيوليتات ذات حجوم مسامية كبيرة ومراكز حامضية عالية من فئة(ZSM) ومناخل جزيئية من نوع (MCM-41)، وغيرها، ووجد بأنها فعّاله وذات انتقائية عالية لتكوين متماكبات ثلاثي ميثيل البنتان الهامة جداً في مجال تحسين جودة الجازولين ورفع رقم أوكتانه.

*** بولي الأحماض غير المتجانسة (Heteropolyacids):** وهي أحماض ذات حامضية قوية ولكنها وهي في الحالة الصلبة ليست مسامية وبمساحة سطحية أقل من (١٠م٢/جم)، وتحتوي أملاح هذه الأحماض على كاتيونات كبيرة مثل:- (K^+ و Rb^+ و NH_4^+) وبمساحة سطحية (١٥٠م٢/جم). ولزيادة المساحة السطحية تحمل هذه الأنواع من الأحماض على دواعم ذات مسامية عالية. فعلى سبيل المثال، تحميل حمض ١٢– تنجستو الفوسفوريك ($H_3PW_{12}O_{40}$) على داعم مسامي من السليكا أو السليكا ـ ألومينا أو (MCM-41) وغيرها من المواد المسامية الداعمة الأخرى. وقد تم اختبار مثل هذه المواد كمحفزات في تفاعل ألكلة الآيزوبيوتان مع ٢ـ بيوتين في الطور السائل عند درجة حرارة ٣٣ْم ووجد بأنها فعالة وذات انتقائية لا بأس بها لتكوين متماكب ثلاثي ميثيل البنتان. وتعتمد فعالية وانتقائية هذه المحفزات على ثباتية الحمض وقوة ارتباطه بالداعم والحامضية والمسامية وغيرها من العوامل الأخرى. كما وجد أنه عند استخدام أملاح هذه الأحماض فإنها أكثر فعالية من استخدام الحمض لوحده أو المدعم. فعلى سبيل المثال، تم اختبار أملاح الأمونيوم والبوتاسيوم والسيزيوم لحمض ١٢ـ تنجستو الفوسفوريك كمحفزات في عملية ألكلة الآيزوبيوتان مع ٢– بيوتين بنسبة مولية ١:١٥ على التوالي وعند درجة حرارة ٨٠ْم، ووجد بأنها فعالة ولكنها تفقد نشاطها بسرعة.

*** أحماض لويس على دواعم صلبة:** حيث أقترح استخدام ثلاثي فلوريد البورون مع مواد صلبة مثل راتنجات التبادل الكاتيوني وأكاسيد غير عضوية مثل السيليكا، واستخدام أحماض **لويس** أخرى مثل ثلاثي كلوريد البورون وثلاثي كلوريد الألمنيوم وخماسي فلوريد الأنتيمون مع أكاسيد أخرى مثل الألومينا في عمليات ألكلة الآيزوبيوتان مع البيوتينات. ويبين الجدول (٢) تأثير مماكب البيوتين في مزيج اللقيم في لألكلة الآيزوبيوتان مع البيوتين في الطور السائل باستخدام محفز من(BF_3/SiO_2) عند درجة حرارة صفر مئوية وضغط ١,١ ميغاباسكال ونسبة الآيزوبيوتان / البيوتين ١:١٠.

يلاحظ من جدول(٢)، بشكل عام بأن تكوين متماكبات الأيزو أوكتان وبالتالي عدد الأوكتان يعتمدان بشكل أساسي على نوعية البيوتين المستخدم وظروف التفاعل مثل درجة الحرارة، والضغط، ونسب المواد المتفاعلة، والسرعة الفراغية، وغيرها من الظروف الأخرى.

كما استخدمت مجموعات أخرى مشابهة من المواد المحفزة في عمليات الألكلة كثلاثي كلوريد الألمونيوم مع مواد داعمة من الألومينا الانتقالية عند ظروف

بيوتين في اللقيم	١-بيوتين	٢-بيوتين	آيزوبيوتين
منتج (C_{5+})(٪)وزناً			
منتجات خفيفة (C_7 - C_5)	٣,٣	٨,٠	١٤,١
آيزوأوكتانات	٨٩,٨	٨١,٩	٧١,٩
منتجات ثقيلة (C_{9+})	٦,٩	١٠,١	١٤,٠
منتجات آيزوأوكتانات (مول٪)			
متماكبات ثنائي ميثيل الهكسان	٩٥,١	١٣,٩	١٢,٠
متماكبات ثلاثي ميثيل البنتان	٤,٩	٨٦,١	٨٨,٠
عدد أوكتان منتج الألكيل	٧٣	٩٦	٩٤

جدول (٢) تأثير مماكب البيوتين في مزيج اللقيم في لألكلة الآيزوبيوتان مع البيوتين في الطور السائل باستخدام محفز (BF_3/SiO_2).

تفاعل معينة، وقد أظهرت النتائج بأن نسبة متماكبات ثلاثي ميثيل البنتان في قطفة الأيزوأوكتان حوالي ٩٣ مول ٪ ورقم أوكتان ٩٧,٩ .

* **أحماض برونستد على دواعم صلبة:** حيث اقترح حديثاً تحميل حمض الكبريت المركز الذي يستخدم حالياً كمحفز في عمليات الألكلة في الطور السائل، على مادة صلبة مسامية مثل السيليكا، والألومينا وأكاسيد الزركونيوم والتيتانيوم والقصدير والحديد، والراتنجات العضوية والفحم والزيوليتات. كما اقترح استخدام بعض المضافات مع هذه المحفزات مثل ثلاثي أكسيد الكبريت وحمض البوريك وحمض فلورو السلفونيك وحمض ثلاثي فلوروميثان السلفونيك وخماسي فلوريد الأنتميون وحمض ثلاثي فلورو الخل وحمض الفوسفور وحمض رباعي (هيدروجين سلفاتو) البوريك. وقد اختبرت هذه المحفزات على تفاعلات ألكلة الأيزوبيوتان مع البيوتينات وأبدى بعضها فعالية وانتقائية لا بأس بها لتكوين متماكبات من ثلاثي ميثيل البنتان.

* **الألومينا المكلورة:** وهي عبارة عن داعم من الألومينا محمل عليه مزيج من كلوريد الألمنيوم وحمض كلوريد الهيدروجين ($AlCl_3 + HCl$)، أو ألومينا ـ كلور ($Al_2O_3 - Cl$)، يتم الحصول عليه من تفاعل الألومينا مع رباعي كلوريد الكربون، وعند اختبار مثل هذه الأنواع من المحفزات في عمليات الألكلة، فقد أظهرت فعالية وانتقائية عالية لانتاج متماكبات من ثلاثي ميثيل البنتان، كما وأنها فعالة في تماكب المركبات الهيدروكربونية. ولإطالة عمر هذه المحفزات فإنه يضاف لها كمية صغيرة من فلزات قلوية ترابية لليثيوم أو الصوديوم، وهذا من شأنه أن يؤدي إلى تعزيز إنتقائيتها في الحصول على نسب عالية من مركبات الأوكتان. وتعد هذه المحفزات من أنشط المحفزات المذكورة سابقاً، إلا أنها تعمل على تكسير الألكانات المتكونة ذات الأوزان الجزيئية العالية.

عالم فى سطور

د. بدرية

عالمنا لهذا العدد صيدلي تمرس وغاص في بحور ولجج النباتات الطبيعة لإيجاد علاجات لأمراض مستعصية ذات فعالية قوية وآثار جانبية قليلة، وقد تمخض نشاطه هذا عن اكتشافات قيمة أعطت نتائج باهرة حصل بموجبها على براءات اختراع كثيرة سجلت باسمه.

الاسم: فريد عبد الرحيم بدرية

الجنسية: مصري

تاريخ ومكان الميلاد: ١٩٥٥ م بمحافظة الغربية

التعليم

١٩٧٨م بكالوريوس من كلية العلوم الصيدلية / جامعة المنصورة، مصر.

١٩٨٣م ماجستير في كيمياء المنتجات الطبيعية / جامعة المنصورة، مصر.

١٩٨٦م ماجستير من قسم بيولوجيا الخلية وتطبيقاتها في العلوم الصيدلية جامعة مينسوتا، أمريكا.

١٩٩٠م دكتوراه من كلية الصيدلة / قسم العقاقير / جامعة المسيسبى، أمريكا.

التدرج الوظيفي

– أستاذ زائر / قسم الكيمياء الطبية / جامعة مينسوتا / أمريكا ١٩٩٠م.

– أستاذ مساعد / جامعة المنصورة / مصر (١٩٩٠–١٩٩٥م).

– أستاذ زائر في قسم الكيمياء الطبية / جامعة مينيسوتا / أمريكا (١٩٩٦م).

– أستاذ زائر / قسم البيولوجيا الجزئية / جامعة ماينز / ألمانيا (١٩٩٧م).

– أستاذ / جامعة المنصورة / مصر (٢٠٠١م).

الأوراق العلمية

قام عالمنا بنشر ٧٢ ورقة علمية في المجلات العالمية المشهورة.

براءات اختراع

منح د. بدرية حتى الآن ١٣ براءة اختراع لتصنيع العديد من الأدوية المستخلصة من النباتات والمواد الطبيعية لعلاج الأمراض التالية:

١– الغدد الدهنية.
٢– خلل الصبغيات في الجلد والشعر.
٣– القشرة وسقوط الشعر المبكر.
٤– الديدان والطفيليات.
٥– مستحضر صيدلي جديد من زيت المشمش معطر ومنعش للجلد.
٦– التهابات الفم المصاحبة للأمراض الجلدية والفيروسية.
٧– زيادة الأحماض الدهنية الثلاثية ودهون الكبد.
٨– النمش والبقع السوداء والأمراض الجلدية الناتجة من زيادة إفراز صبغة الميلانين.
٩– ترهلات الجلد.
١٠– حب الشباب.
١١– تسوس الأسنان.
١٢– فيروسات الكبد عن طريق تحفيز الإنترفيرون وزيادة إفرازه.
١٣– حموضة المعدة واضطرابات القولون.

إضافة لذلك بلغ إجمالي البراءات المسجلة باسمه ولم تصدر لها شهادات حتى الآن ٢١ براءة.

الجوائز والأوسمة و النياشين

– ١٩٩٤م جائزة اليونسكو فى التكنولوجيا الحيوية فرنسا.
– ١٩٩٥م جائزة الدولة التشجيعية فى العلوم الطبية–مصر.
– ١٩٩٦م جائزة الجامعة(المنصورة) التشجيعية فى العلوم الصيدلية مصر.
– ١٩٩٧م نوط الامتياز من الطبقة الأولى من رئيس جمهورية مصر العربية.
– ٢٠٠٠م جائزة التميز العلمي فى الوطن العربي / الكويت
– ٢٠٠١م جائزة الخوارزمي فى العلوم الطبية / ايران.
– ٢٠٠١م جائزة العالم المتميز للعلماء العرب فى العلوم الطبية / الكويت.
– ٢٠٠١م جائزة الدولة للتفوق العلمي فى العلوم الطبية / مصر.
ـ جائزة من هو في أمريكا (Who's Who in America).
ـ جائزة من هو في العالم (Who's Who in the World).
ـ جائزة الهيئة الأمريكية للصحة و الدواء.

عضوية الجمعيات والهيئات العلمية

١ـ الجمعية الأمريكية للعلوم المتقدمة.
٢ـ أكاديمية نيويورك للعلوم.
٣ ـ الجمعية الأمريكية للعقاقير.
٤ـ جمعية (B.A.E.M.S.) للمطفرات ومسببات السرطان بأفريقيا.
٥ـ جمعية روكاي الشرفية– أمريكا.
٦ـ نائب رئيس الأكاديمية العلمية بالمسيسبى (١٩٨٨ – ١٩٩٠م).
٧ـ عضو الجمعية المصرية الأمريكية للعلماء من أصل مصري في أمريكا

http://osp.mans.edu.eg/fab/



وقـــود الجازولين

د. محمد شفيق الكناني

الجـازولين ـ يعرف بالبنزين في الدارجـة ـ عبـارة عن مزيج معقد يضم أكثـر من ٥٠٠ مركب هيدروكربوني (مركبات أليفاتية ذات سلاسل مستقيمة ومتفرعة وحلقية)، يتراوح عدد ذرات الكربون فيه ما بين ٥ إلى١٢ ذرة، وتتراوح درجة غليان مركباته ما بين ٣٠ْم إلى ٢١٠ْم، كما يوجد فيه كميات قليلة من نفثينات ومركبات عطرية.

يختلف التركيب الجزيئي لمكونات الجازولين، كما هو مبين في الجدول (١)، وكذلك الخواص الفيزيائية من جازولين لآخر حسب مصدره.

أنواع الجازولين

هناك عدة أنواع من الجازولين تنتج في مصافي تكرير النفط تعتمد على نوعية الخام المستخدم، وعلى طرق ووحدات التكرير المستخدمة، ومن أهمها مايلي:ـ

● الجازولين الطبيعي

يتكون الجازولين الطبيعي من مزيج متطاير من مركبات هيدروكربونية مشبعة،

المكونـــات	النسبة المئوية (٪)
ـ مركبات أليفاتية ذات سلسلة مستقيمة ومتفرعة.	٣٠ــ٥٠
ـ مركبات أليفاتية حلقية.	٢٠ــ٣٠
ـ مركبات أروماتية.	٢٠ــ٣٠

● جدول (١) التركيب الجزيئي للجازولين.

وهي البيوتان والبنتان، والأجزاء الأعلى من البنتان، والتي تكون جزءاً من الغاز الطبيعي.

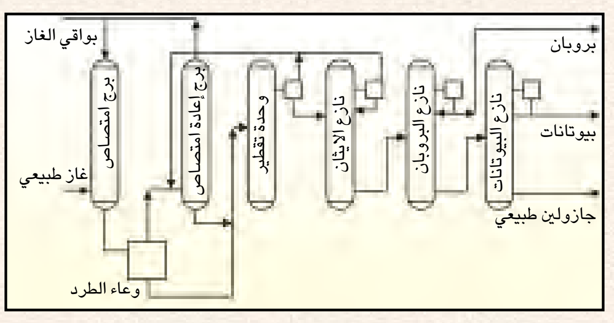
وتجري عملية فصل الجازولين الطبيعي من الغاز، إما بواسطة الانضغاط أو الامتصاص أو الإثنين معاً. ويبين الشكل (١) مخططاً مبسطاً لوحدة فصل الجازولين الطبيعي من الغاز الطبيعي، حيث تتم بضغط الغاز الطبيعي الرطب إلى ٣٥ ضغطاً جوياً ثم يمرر إلى برجين يعملان على التوازي حيث يتلاقى الغاز المضغوط مع زيوت الامتصاص التي تدخل من أعلى البرج نحو الأسفل، فيمتص الزيت البروبان والمركبات الهيدروكربونية المشبعة الأعلى، ويمر من هذه الوحدة الميثان والإيثان بدون امتصاص، وبذلك يتم الحصول على غاز طبيعي جاف يستفاد منه كوقود غازي للوحدة، أو كلقيم للوحدات البتروكيميائية. أما الجازولين الطبيعي فيفصل من الزيت المشبع بمكوناته في وحدة التقطير. ويبين الجدول (٢) تركيب الجازولين الطبيعي الذي يتم الحصول عليه مباشرة من الزيت الغاسل كخام، وتركيبه بعد تثبيته وبعد نزع آيزو البيوتان منه.

يستخدم الجازولين الطبيعي كوقود وكمكوِّن مهم لجازولين المحركات، حيث يساعد على رفع ضغطه البخاري، وتسهيل عملية البدء في تشغيل المحرك في الطقس البارد.

● تقطير النفط الخام

تعد عملية تقطير النفط الخام أول الخطوات للحصول على نواتج بترولية متنوعة، وتعد المشتقات الناتجة من هذه الخطوة مهمة لعمليات أخرى أكثر أهمية في مصفاة تكرير البترول. وتتم عملية تقطير النفط الخام تحت ضغط جوي للحصول على منتجات نفطية، يستخدم بعضها كوقود في وسائل المواصلات وغيرها.

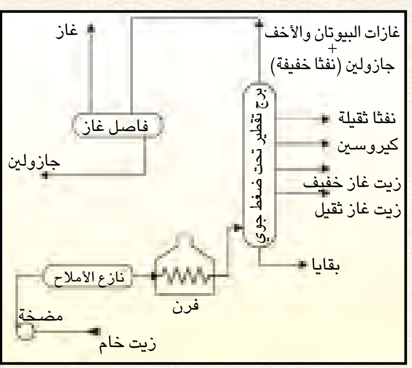
تهدف عملية تقطير النفط الخام إلى فصله لأجزاء مختلفة على أساس درجات غليانها، حيث يغلي كل منها عند نطاق معين. ويلزم لبعض المشتقات النفطية الناتجة عن عملية التقطير مجرد معالجة كيميائية أو حفزية لتصبح منتجات جاهزة كوقود أو استخدامها كلقيم لعمليات أخرى، مثل: إعادة التشكيل الحفزي، أو التكسير الحراري والحفزي، أو التماكب، أو المعالجة بالهيدروجين وغيرها من العمليات الأخرى. وتستخدم المواد الناتجة من تلك العمليات إما مباشرة كوقود مثل: الجازولين، والديزل، ووقود الطائرات وغيرها، أو كمواد أساسية في الصناعات البتروكيميائية.



● شكل (١) مخطط مبسط لوحدة فصل الجازولين الطبيعي من الغاز الطبببيعي.

المكون	خام	مثبت	منزوع البيوتان
ميثان	–	–	–
إيثان	١,٥	–	–
بروبان	١٤,٧	–	–
البيوتان النظامي	٣٠	١٥,٣	٣,٢
آيزوبيوتان	١٠,٢	١,٥	–
البنتان النظامي	١٥	٢١	٢٤,٥
آيزو البنتان	٤,٨	٧,٢	٨,٥
C_{5+}	٢٣,٥	٥٥	٦٣,٨

● جدول (٢) تركيب جازولين الغاز الطبيعي (مول٪).



● شكل (٢) وحدة تقطير نفط خام تحت الضغط الجوي.

ويبين الشكل (٢) مخططاً مبسطاً لوحدة تقطير. كما يوضح الجدول (٣) المشتقات الناتجة عن عملية تقطير النفط الخام واستخداماتها.

يمكن تصنيف نواتج التقطير أعلاه بالاعتماد على تناقص درجة التطاير إلى:ـ

* **غازات:** وتتكون بشكل رئيس من الميثان والإيثان، والتي تستخدم كوقود أو كلقيم في الوحدات البتروكيميائية، والبروبان والبيوتان اللذان يميعان بالضغط ليباعا بشكل غاز بترول مسيل (LPG). كما ويمكن في بعض الحالات استخدام البيوتان لحد ما في جازولين المحركات.

* **المقطرات الخفيفة:** وتعرف بالنفثا وتحتوى على أجزاء يمكن استخدامها مباشرة مع جازولين المحركات أو الطائرات النفاثة، أو كلقيم لعمليات إعادة التشكيل والوحدات الصناعية البتروكيميائية.

* **المقطرات المتوسطة:** وتعرف بالكيروسين، وتحتوى على أجزاء ذات درجة غليان أعلى، وتستخدم في عمليات إعادة التشكيل والإضاءة والتسخين وكوقود لمحركات الطائرات.

* **المقطرات الثقيلة:** وتعرف بزيت الغاز أو الديزل، وتستخدم كوقود أفران.

* **بقايا التقطير:** وتستخدم لصناعة زيوت التزييت والشموع والبيتومين وكلقيم لوحدات التكسير أو التقطير تحت الفراغ.

● التكسير الهيدروجيني

تتضمن هذه العملية تكسير وهدرجة، وتتم بتمرير مزيج من اللقيم والهيدروجين بوجود محفز ثنائي الوظيفة عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٣٤٠ إلى ٤٢٠ْم وتحت ضغط ١٣٥جو. ويتكون المحفز من النيكل أو التنجستن أو البلاتين أو البلاديوم المحمّل على داعم من السيليكا ـ ألومينا أو الزيولايت، حيث يقوم الفلز بوظيفة الهدرجة والداعم بوظيفة التكسير. ويبين الشكل (٣) مخططاً مبسطاً لوحدة التكسير الهيدروجيني. ومن الجدير بالذكر أن من عيوب الجازولين الناتج بهذه الطريقة أن له رقم أوكتان منخفض، وبالتالي يجب أن يخضع إلى عملية إعادة تشكيل حفزي قبل استخدامه كجازولين في المحركات.

● إعادة التشكيل الحفزي

تستخدم هذه الطريقة في مصافي تكرير البترول لتحسين عدد أوكتان المقطرات، والتي تقع درجات غليانها ضمن مدى درجات غليان الجازولين، فعلى سبيل المثال ترفع هذه الطريقة رقم أوكتان لقيم

● شكل (٣) وحدة مبسطة لعملية التكسير بوجود الهيدروجين.

يغلي ما بين ٧٠ إلى ١٩٠ْم من حوالي ٤٠ إلى ٩٥. ويجري تحسين رقم الأوكتان بصورة رئيسة بتحويل المركبات الهيدروكربونية البرافينية ذات السلاسل المستقيمة إلى متماكبات ذات السلاسل المتفرعة أو إنتاج مركبات عطرية، كما يتم تحويل النفثينات بسهولة إلى مركبات عطرية. تستخدم هذه الطريقة ـ أيضاً ـ لإنتاج مركبات هيدروكربونية أو أروماتية بحسب ظروف التفاعل ونوع المادة المحفزة.

استخدمت طريقة التشكيل الحفزي لأول مرة في مصافي تكرير البترول عام ١٩٤٠م، وهي عبارة عن إمرار بخار اللقيم فوق مادة محفزة ثنائية الوظيفة لها حامضية لهدرجة ونزع الهيدروجين، وعادة ما تكون المحفزات من البلاتين المدعم على الألومينا، حيث يعمل البلاتين على هدرجة ونزع الهيدروجين، أما الألومينا فتعالج بشكل عام بكلوريدات وفلوريدات لتعطي مكون حامضي. وتتم العملية بوجود الهيدروجين عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٤٥٠ْ إلى ٥٥٠ْم وضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٥٠ ضغط جوي.

يستخدم عدد من المتغيرات للعملية مثل درجة الحرارة، والضغط، ونوع المادة المحفزة والمفاعل. فعلى سبيل المثال تتم عملية إعادة التشكيل بوجود محفز البلاتين المدعم على الألومينا (Platforming Process) في مفاعلات يتراوح عددها ما بين ٣ إلى ٥ موصولة على التسلسل. ويجري التفاعل تحت ضغط يتراوح ما بين ٢٧ إلى ٤٠ضغط جوي ونسبة الهيدروجين إلى

المشتق النفطي	درجة الغليان (ْم)	الاستخدامات كوقود
غازات	أقل من ٢٠	وقود مصافي، غاز بترول مسيّل
جازولين خفيف غير معالج	٢٠–٧٥	يمزج مع جازولين المحركات
جازولين غير معالج (نفثا خفيفة)	٧٥–١٤٥	وقود
نفثا ثقيلة	١٤٥–١٨٥	وقود محركات نفاثة
كيروسين	١٨٥–٢٤٠	وقود للاستعمالات المنزلية ووقود جرارات
زيت الغاز الخفيف	٢٤٠–٣٢٠	وقود ديزل وتسخين (تدفئة)
زيت الغاز الثقيل	٣٢٠–٣٥٠	وقود ديزل وتسخين (تدفئة)
بقايا الضغط الجوي	أعلى من ٣٥٠	زيت وقود ثقيل

● جدول (٣) المشتقات الناتجة عن عملية التقطير واستخداماتها كوقود.

الهيدروكربون ١٠:١ عند درجة حرارة تتراوح ما بين ٤٥٠ْ إلى ٥٤٠ْم. ويبين الشكل (٤) مخططاً مبسطاً لوحدة إعادة التشكيل باستخدام محفز البلاتين المدعم على الألومينا.

وتحدث أثناء عملية إعادة التشكيل التفاعلات الأساسية التالية:ـ

١ـ نزع الهيدروجين من مركبات الهكسانات الحلقية لتتحول إلى مركبات عطرية، معادلة (١).

٢ـ نزع هيدروجين وتماكب لمركبات بنتانات حلقية لتتحول إلى مركبات عطرية، معادلة (٢).

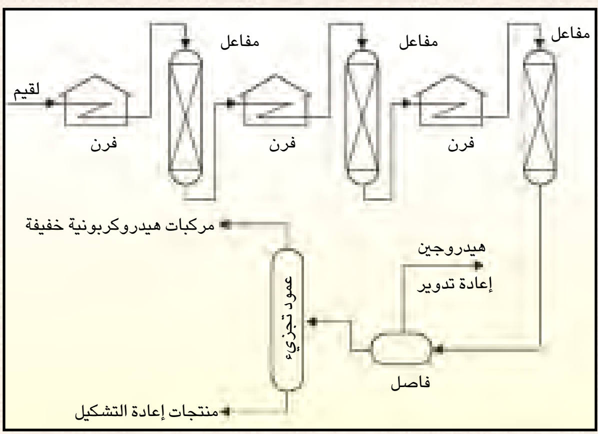
٣ـ تماكب الألكانات، معادلة (٣).

٤ـ نزع هيدروجين وتحلق الألكانات، معادلة (٤).

٥ـ تكسير مهدرج للألكانات، معادلة (٥).

ويعتمد نوع التفاعلات التي تتم في عملية التشكيل على شروط التشغيل مثل درجة الحرارة والضغط ونوع المحفز وغيرها.

وبناءً على ما تقدم يعزى تحسين رقم الأوكتان عن طريق إعادة التشكيل إلى تكوين مركبات هيدروكربونية متفرعة وعطرية تتصف بأرقام أوكتان مرتفعة، وهذه تحسن ـ بمقدار كبير ـ جودة أداء الجازولين في محركات الاحتراق الداخلي، لأنها مركبات ثابتة حرارياً ومقاومة للدق.



● شكل (٤) وحدة إعادة التشكيل باستخدام محفز البلاتين المدعم على الألومينا.

(١) ميثيل هكسان حلقي ($C_6H_{11}CH_3$) ← تولوين ($C_6H_5CH_3$) $+ 3H_2$

(٢) ميثيل بنتان حلقي ($C_5H_9CH_3$) ← بنزين $+ 3H_2$

(٣) $CH_3(CH_2)_3CH_3 \longrightarrow CH_3CH(CH_3)-CH_2CH_3$ (بنتان ← ٢-ميثيل البيوتان)

(٤) $CH_3(CH_2)_5CH_3 \longrightarrow C_6H_5CH_3 + 4H_2$ (هبتان ← تولوين)

(٥) $CH_3(CH_2)_5CH_3 \xrightarrow{H_2} CH_3CH_2CH_3 + CH_3(CH_2)_2CH_3$ (هبتان ← بروبان + بيوتان)

● معادلات تفاعلات إعادة التشكيل الحفزي.

● الألكلة الحفزية

تعد هذه الطريقة ـ في الوقت الحاضر ـ من أفضل الطرق لإنتاج مكونات الجازولين برقم أوكتان مرتفع يصل إلى ٩٨ من منتجات غازات التكرير، وتتضمن الألكلة تفاعل آيزو البيوتان مع ألكينات (أوليفينات) منخفضة الوزن الجزيئي مثل البروبين أو البيوتينات، بوجود محفز حامضي يحتوى عادة على ٩٦–٩٨٪ من حمض الكبريت أو فلوريد الهيدروجين اللامائي. ويتم الحصول على الآيزوبيوتان والبروبين والبيوتينات كمنتجات ثانوية من عمليات التكسير الحفزي، كما يوجد الآيزوبيوتان في الغازات الناتجة من عمليات تقطير الزيت الخام.

تم اكتشاف عملية الألكلة الحفزية في منتصف الثلاثينات وكانت عملية مهمة جداً لإنتاج جازولين الطائرات أثناء الحرب العالمية الثانية.

وتعطي هذه الطريقة مزائج معقدة من النواتج تحت ظروف معينة.

تتم عملية الألكلة الحفزية تحت ضغط كاف لإبقاء الألكين والآيزوألكان في الطور السائل، وعند درجة حرارة منخفضة تتراوح ما بين صفر إلى ١٠ْم عند استخدام حمض الكبريت كمادة محفزة وذلك لمنع عملية أكسدة الألكين، وعند درجة حرارة ٥٠ْم عند استخدام حمض فلوريد الهيدروجين.

ويبين الشكل (٥) وحدة ألكلة الآيزوبيوتان مع أولفين منخفض الوزن الجزيئي باستخدام محفز من حمض الكبريت.

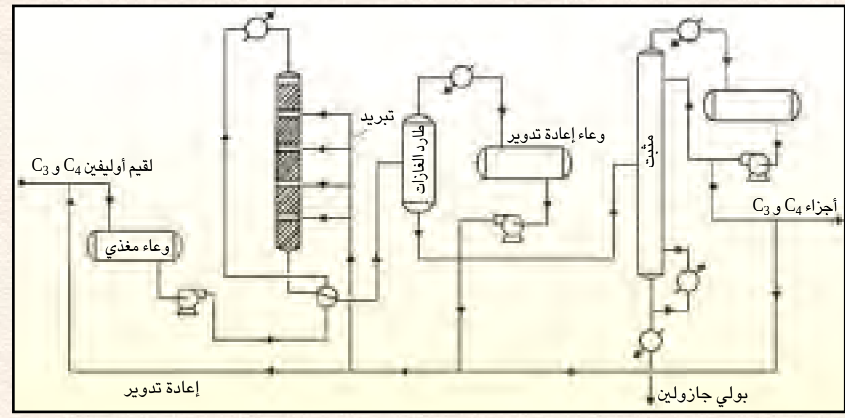
● شكل (٥) وحدة ألكلة آيزوبيوتان مع أولفين منخفض الوزن الجزيئي باستخدام محفز من حمض الكبريت.

● البلمرة

يمكن بلمرة البروبين والبيوتينات للحصول على منتج ذي رقم أوكتان عال يغلي في نطاق غليان الجازولين، وتعدُّ هذه العملية متممة لعمليات التكسير لزيادة إنتاج الغازولين، وذلك عن طريق الاستفادة من الغازات الناتجة عن تلك العمليات.

استخدمت طريقة البلمرة هذه في ثلاثينات وأربعينات القرن الماضي، لتحويل الأوليفينات منخفضة الوزن الجزيئي إلى أوليفينات يتراوح عدد أوكتانها ما بين ٩٠ إلى ٩٧، تخلط مع الجازولين لرفع رقم أوكتانه أو تستخدم مباشرة كوقود.

تتم عملية البلمرة الحفزية بتسخين الأوليفين المستخدم كلقيم، وذلك لإزالة الكبريت وبعض المركبات الأخرى غير المرغوب بها ومن ثم إمراره فوق حمض الفوسفور الصلب (حمض الفوسفور المحمّل على داعم من الكوارتز أو الكيسلجر) أو بإمراره في حمض الفوسفور السائل، حيث يحدث تفاعل بلمرة ناشر للحرارة. ويجري تفاعل البلمرة عند درجات حرارة تتراوح ما بين ١٤٩ إلى ٢٣٢ْم وتحت ضغط يتراوح ما بين ١٤ إلى ٨٦ ضغط جوي.



● شكل (٦) وحدة بلمرة الأوليفين (البروبلين والأيزوبيوتلين).

ويبين الشكل (٦) وحدة بلمرة أولفينات في الطور الغازي.

● التكسير الحراري

تهدف هذه العملية بشكل أساس إلى إنتاج الإيثيلين عن طريق تكسير الإيثان أو البروبان أو البيوتان أو النفثا، وينتج الجازولين في هذه العملية كمنتج ثانوي عند استخدام النفثا كلقيم.

تتم هذه العملية بمزج اللقيم مع بخار الماء وتسخينه إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ٧٥٠ إلى ٩٣٠ْم في أفران أنبوبية، ومن ثم تبريده إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٤٠٠ْم. وتتنوع المنتجات الناتجة عن هذه العملية بحسب ظروف التفاعل.

● عمليات التماكب

تستخدم عمليات التماكب لتحويل البيوتان النظامي والبنتان النظامي والهكسان النظامي إلى آيزوبرافينات ذات عدد أوكتان أعلى، ويتم في هذه العملية تحويل البرافينات ذات السلاسل المستقيمة إلى برافينات متفرعة، أي متماكبات لها نفس الصيغة الجزيئية، ولكنها تختلف عنها بالصيغة البنائية. وتعد عملية التماكب مهمة جداً لتحويل البيوتان النظامي إلى آيزوبيوتان، لاستخدامه كلقيم في وحدات الألكلة، وتحويل البنتان النظامي والهكسان النظامي إلى متماكبات متفرعة، وذلك لخلطها مع الجازولين. وتتشابه هذه العملية مع عملية إعادة التشكيل الحفزي من حيث إعادة ترتيب الجزيئات الهيدروكربونية، ولكنها لا تشبهها من حيث تحويل البرافينات النظامية إلى آيزوبرافينات، ولها عدة مميزات هي:-

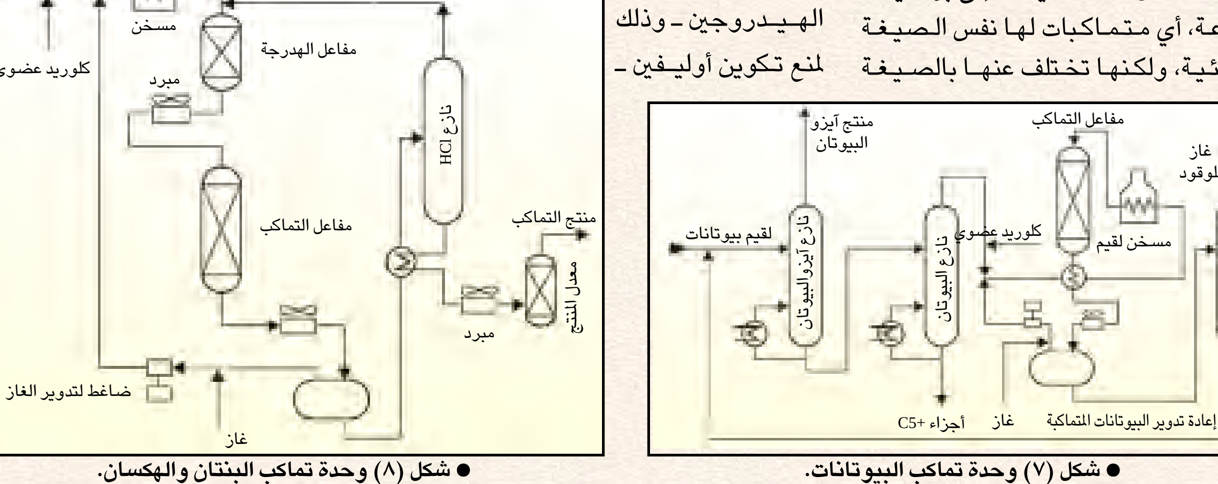
١- تجري عند درجة حرارة منخفضة.

٢- وجود عمليتين مميزتين لتماكب البيوتان والبنتان والهكسان.

٣- استخدام محفز كلوريد الألمنيوم مع كلوريد الهيدروجين بينما الأخرى يستخدم فيها محفز البلاتين أو معدن آخر عند درجة حرارة عالية.

تتم عملية التماكب بمزج البيوتان النظامي أو مزيج من البيوتانات مع الهيدروجين - وذلك لمنع تكوين أوليفين - ويمرر من خلال مفاعل عند درجات حرارة تتراوح ما بين ١١٠ْ - ١٧٠ْم وتحت ضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ ضغط جوي، وبعد انتهاء التفاعل يتم نزع الهيدروجين في فاصل تحت ضغط مرتفع وكلوريد الهيدروجين في عمود نازع، أما مزيج البيوتان الناتج فيرسل إلى عمود التجزئة لفصل البيوتان النظامي عن منتج الآيزوبيوتان، ويبين الشكل (٧) مخططاً مبسطاً لعملية تماكب البيوتان.

يزيد تماكب كل من البنتان والهكسان من رقم أوكتان الجازولين الخفيف، وكل من المركبين النظاميين موجودان بوفرة في الجازولين غير المعالج (جازولين القطفة الأولى). وفي عملية تماكب كل من البنتان النظامي والهكسان النظامي، يمزج اللقيم المخفف والمنزوع منه الكبريت مع كمية قليلة من كلوريد عضوي والهيدروجين الدوار، ويسخنان إلى درجة حرارة المفاعل. وبعد ذلك يمرر فوق محفز معدني مدعم في المفاعل الأول، حيث يتم هدرجة البنزين والأوليفينات، وبعدها يذهب اللقيم إلى مفاعل التماكب حيث تتماكب البرافينات حفزياً إلى آيزوبرافينات. يبرد تيار ناتج التماكب ويفصل في فاصل المنتج إلى تيارين: منتج سائل (المتماكبات)، وتيار غاز هيدروجين دوار. ومن ثم تغسل المتماكبات (بمحلول قلوي وماء) ويفصل الحمض ويثبت المنتج قبل ذهابه للتخزين. ويبين الشكل (٨)



● شكل (٧) وحدة تماكب البيوتانات.

● شكل (٨) وحدة تماكب البنتان والهكسان.

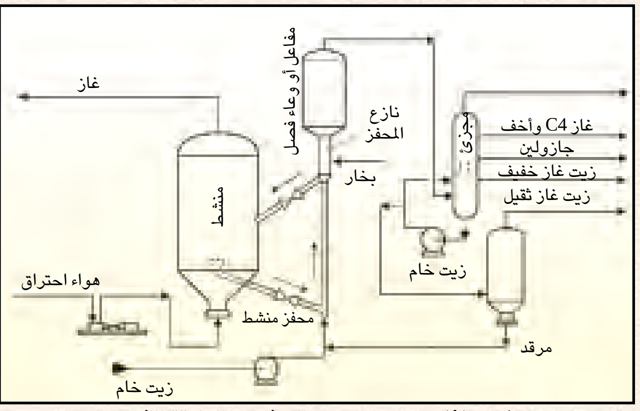
مخططاً مبسطاً لعملية تماكب البنتان والهكسان النظاميين.

• التكسير الحفزي

استخدمت هذه الطريقة لأول مرة في مصافي تكرير البترول في الولايات المتحدة عام ١٩٢٢م، ومن ثم تم تطويرها في الأربعينات لإنتاج نوعية عالية الجودة من الجازولين.

وتتم عملية التكسير الحفزي بطريقتين، هما: طريقة الطبقة الثابتة وطريقة الطبقة الفوارة أو السائلة، ويبين الشكل (٩) وحدة للتكسير الحفزي بالطبقة الفوارة.

وتتم عملية التكسير الحفزي بإمرار بخار اللقيم الناتج من عملية التقطير تحت الفراغ لبقايا التقطير تحت الضغط الجوي وإلى حد ما زيوت الغاز من خلال مادة محفزة حامضية عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٤٦٠° إلى ٥٢٠°م، وتحت ضغط جوي واحد تقريباً. ومن المحفزات الشائعة المستخدمة سيليكا ـ ألومينا والصلصال الطبيعي، إلا أنه تم تطوير محفزات جديدة في منتصف الستينات مثل المناخل الجزيئية والزيوليتات، وأصبحت أكثر استخداماً نظراً لفعاليتها العالية.



• شكل (٩) وحدة التكسير الحفزي بالطبقة الفوارة.

يتراوح رقم الأوكتان الناتج عن هذه العملية ما بين ٧٤ إلى ٩٤، ويعتمد ذلك على نوع اللقيم وظروف تشغيل العملية.

يتميز الجازولين الناتج عن عمليات التكسير الحراري والحفزي باحتوائه على مركبات أوليفينية وحيدة أو ثنائية الرابطة المضاعفة على عكس الجازولين الناتج عن تقطير النفط الخام الذي لايحتوي على مركبات أوليفينية. وبما أن المركبات الأوليفينية تمتاز بثباتها الحراري مقارنة بالمركبات البرافينية، فإن هذا يساعد على رفع رقم الأوكتان في أجزاء الجازولين، أي أن رقم أوكتان الجازولين الناتج عن عمليات التكسير الحراري والحفزي أعلى من رقم أوكتان الجازولين الناتج عن عملية تقطير النفط الخام.

تمتاز نواتج التكسير الحفزي ـ إضافة إلى ما سبق ـ بقلة احتوائها على مركبات أوليفينية مقارنة مع نواتج التكسير الحراري، وذلك لهدرجتها بوجود العوامل المحفزة، غير أن ارتفاع رقم أوكتان الجازولين الناتج عن التكسير الحفزي يعود إلى احتوائه على نسب عالية من المواد المتماكبة.

المنتج	تكسير حراري		تكسير حفزي	
	حجم (٪)	وزن (٪)	حجم (٪)	وزن (٪)
غاز	–	٦,٦	–	٤,٥
بروبان	٣,٧	٢,١	٢,٢	١,٣
بروبلين	١,٨	١,٠	٣,٤	٢,٠
آيزوبيوتان	١,٣	٠,٨	٤,٠	٢,٦
بيوتان نظامي	٢,٩	١,٩	١,٤	٠,٩
بيوتيلين	٢,٦	١,٨	٣,٨	٢,٦
C5+ جازولين	٣٢,١	٢,٦٩	٤٦,٧	٤٠,٢
زيت خفيف غير متفاعل	١,٩	١,٩	٣٢,٠	٣٣,٢
زيت متبقي	٥٧,٠	٥,٢	–	–
فحم	–	٥	–	٥,٠

• جدول (٤) مردود المنتجات الناتجة عن عمليتي التكسير الحراري والحفزي.

يبين الجدول (٤) النسبة المئوية الوزنية والحجمية للجازولين الناتج عن عمليتي التكسير الحراري والحفزي.

تحسين الصفات الاحتراقية للجازولين

إن مواصفات أنواع الجازولين الناتجة عن العمليات المذكورة أعلاه لاتفي بالمتطلبات اللازمة، وبخاصة في الوقت الحاضر بعد ارتفاع نسبة الانضغاط في محركات السيارات، لذلك تحتاج إلى إضافات معينة لرفع عدد الأوكتان وتحسين مواصفاته المهمة التالية:

- ثباتية حرارية عالية.
- سرعة في الاحتراق وقابلية جيدة للاحتراق الذاتي.
- قابلية تطاير مناسبة تؤمن اشتعالاً منتظماً بالهواء.
- أن يكون مقاوماً لعملية الدق في المحركات، وذا رقم أوكتان مرتفع.

وبناءً على ما تقدم، وللحصول على جازولين عالي الجودة ويحقق المواصفات المهمة المذكورة أعلاه لابد من استخدام مضافات متنوعة، والتي هي عبارة عن مواد كيميائية تمزج معه لتحسين أدائه في محركات المركبات. ومن أهم المضافات المستخدمة في الجازولين هي: مواد مانعة لعملية الدق والتآكل والتجمد والترسيب ومواد ضد الأكسدة ومنظفة للاحتراق.

ومن أهم المضافات ما يلي:ـ

• مركبات مانعة لعملية الدق

تستخدم هذه المواد بكميات قليلة في الجازولين لتحسين رقم أوكتانه، بدلاً من تغيير صفاته الكيميائية. وقد استخدم مركب رباعي إيثيل الرصاص كمادة إضافة مانعة للدق في الجازولين في عام ١٩٢٣م، ووصل تركيزه تدريجياً في الجازولين ليصل إلى أعلى قيمة له (٢,٥جرام/جالون)

في أواخر الستينات. ونظراً لمخاطر مركبات الرصاص في الجازولين على البيئة؛ فقد أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية قوانين وتشريعات للحد أو لإيقاف ـ تدريجياً ـ استخدام تلك المركبات كمواد إضافية للجازولين. وقد بدأ ذلك فعلياً في أواخر السبعينات وتم استخدام مركبات أكسجينية بديلاً عنها.

والمضافات الأكسجينية هي مركبات هيدروكربونية تحتوي على ذرة أو أكثر من الأكسجين، ومن أهمها الأغوال الأولية مثل الإيثانول، والمركبات الإيثرية مثل ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر (MTBE) وإيثيل ثالثي بيوتيل الإيثر (ETBE) وثالثي أميل ميثيل الإيثر (TAME).

يهدف استخدام مثل هذه المضافات إلى تحسين صفات الجازولين الاحتراقية في محركات العربات، ورفع رقم أوكتانه، وليكون الاحتراق أكثر نظافة وأقل تلويثاً للبيئة، ويبين الجدول (٥) بعض خواص المركبات الأكسجينية المستخدمة كمواد إضافة للجازولين.

الجدير بالذكر أن وكالة حماية البيئة الأمريكية سمحت في عام ١٩٨٨م باستخدام (MTBE) كمادة إضافة في الجازولين بنسبة تصل إلى ١١,٥٪ حجماً، وفيما يلي لمحة موجزة عن تلك المركبات.

* **ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر:** وقد ازداد استخدامه كمادة إضافة في جازولين المحركات منذ أكثر من عشرين سنة، أي في بداية الثمانينات بعد أن تم إصدار قوانين وتشريعات بيئية تمنع استخدام مادة رباعي إيثيل الرصاص، ويتراوح رقم أوكتان هذا المركب من ١٠٦ إلى ١١٠، ويضاف للجازولين بحجم ١٠ إلى ١١٪. بناءً على ذلك فقد ارتفع إنتاجه ما بين عام ١٩٩٠م و١٩٩٤م من ٨٣ ألف إلى ١٦١ألف برميل يومياً على التوالي إلى أن وصل إلى ٢٦٩ ألف برميل يومياً في عام ١٩٩٧م. إلا أنه في بداية التسعينات، وفي الولايات المتحدة الأمريكية تعالت صيحات إيقاف استخدام (MTBE) كمادة إضافة للجازولين نظراً لما يسببه من تلوث للمياه الجوفية والبحيرات، نتيجة تشربها من أنظمة التخزين والتوزيع، وقد منع استخدامه كلياً في ولاية كاليفورنيا في نهاية عام ٢٠٠٤م. ويدرس مجلس الشيوخ الأمريكي في الوقت الحالي منع استخدامه في جميع الولايات المتحدة الأمريكية ما بين عامي ٢٠٠٧-٢٠٠٨م، واستخدام الإيثانول والألكيلات والآيزو أوكتان ومركبات إعادة التشكيل عوضاً عنه. وهناك بعض وحدات تصنيع (MTBE) تم إيقافها عن الإنتاج والبعض الآخر سيتم تحويلها إلى إنتاج الآيزوأوكتان أو عمليات ألكلة لإنتاج ألكيلات كمواد إضافة.



* **الإيثانول:** وهو مكون ذو نوعية عالية كمادة إضافة لرفع رقم أوكتان الجازولين، علاوة على ذلك يمكن الحصول عليه من الذُرة ومن مصادر متجددة أخرى. كما أن استخدامه في الجازولين كمادة مضافة بنسبة ١٠٪ ليساعد على احتراقه بشكل أنظف، وبالتالي يقلل من التلوث البيئي وفق المعايير الدولية. وقد أوصت وكالة حماية البيئة باستخدام الإيثانول كمادة إضافة للجازولين في مدن معينة من العالم التي تعاني من مشاكل تلوث الهواء.

ويستخدم في الوقت الحالي حوالي ١,٥بليون جالون سنوياً من الإيثانول كمادة إضافة للجازولين، ويتم الحصول على أغلب هذه الكمية من الذُرة. وقد ازداد استخدامه في الآونة الأخيرة في الولايات المتحدة الأمريكية، ويتوقع أن يقفز استخدامه إلى ٥ بليون جالون بحلول عام ٢٠١٢م، وهذه الزيادة تمثل ٣٠٪ من الكمية المستخدمة حالياً.

بدأت بعض دول العالم استخدام الإيثانول بمقدار ١٠٪ في الجازولين كمادة بديلة عن ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر، حيث بلغ استخدام ٨٥٪ من الإيثانول في بعض مدن الولايات المتحدة الأمريكية و١٠٠٪ في البرازيل كوقود للسيارات بدلاً من الجازولين.

صفات مركب	الإيثانول	MTBE	ETBE	TAME
الصيغة الكيميائية	CH_3CHOH	$CH_3OC(CH_3)_3$	$CH_3CH_2OC(CH_3)_3$	$CHO_3CH_2C(CH_3)_3$
محتوى الأكسجين(٪ وزناً)	٣٤,٧٣	١٨,١٥	١٥,٦٦	١٥,٦٦
رقم الأوكتان (R+M)/2	١١٥	١١٠	١١١	١٠٥
ضغط بخار ريد	١٨	٨	٤	١,٥

● جدول (٥) **بعض خواص المركبات الأكسجينية المستخدمة كمضافات للجازولين.**



يستخدم الطيران طاقة الوقود البترولية (الهيدركربونية) السائلة التي تتمتع بمحتوى عالي من الطاقة لكل وحدة حجم مقارنة بالوقود الغازي، كما أنها تتميز بسهولة توزيعها والتعامل معها مقارنة بالوقود الصلب، كما تتميز بتوفرها ورخص ثمنها.

تحقـقت القـدرة على الطيـران في السنوات الأولى من القرن العشرين، وذلك بتطوير محـرك الاحتراق الداخلي المشابه لمحركات السيارات، وكانت تستخدم نفس الوقود. وقد قادت الحاجة المتزايدة للطاقة إلى تطوير محـركات خاصـة، ووقود (جازولين) خاص بالطائرات (Aviation gasolines) يتم تحضيره بحسب متطلباتها. ظهر في الأربعينات من القـرن الماضي المحـرك التوربيني (العنفي) استجابة للحاجة إلى زيادة القوة المحركة. وتم إحلال الكيروسين بدلاً من الجازولين في الطائرات التوربينية الأولى، ثم استبدل فيما بعد بالوقود النفاث الخاص بالطائرات التوربينية المتطورة.

يستعرض هذا المقال وقود المحركات المكبسية (جازولين الطائرات) بشيء من الإيجاز لقلة انتشاره، بينما يستعرض بالتفصيل كل مايتعلق بوقود المحركات التوربينية أو مايسمى بالوقود النفاث.

وقود المحركات المكبسية

وقود المحركات – جازولين الطائرات– عبارة عن خلائط خاصة من خامات الجازولين، مع مضافات تستخدم للحصول على وقود عالي الأداء يمكن تصنيفه تبعاً لدرجة عدم الطّرق التي يتمتع بها.

خاصية الجازولين	نظامي برافين	إيزوبرافين	عطريات	نفثينات
منع الدق لمزيج وقود الحالة المنخفضة	– –	+/++	+/++	O / –
منع الدق لمزيج وقود الحالة المرتفعة	– –	+	++	O / –
السيولة تحت درجات حرارة منخفضة	–	+/++	–	O / +

(+) تأثير مفيد، (–) تأثير ضار، (O) تأثير محايد أو بسيط.

● جدول(١) تأثير المساهمة المحتملة لكل طائفة هيدروكربونات على خصائص مختارة لجازولين الطائرات.

تشمل خامات خلط الجازولين نفثا بكر (غير مكسرة)، وألكيلات، وجازولين تكسير حفزي، حيث تكون النفثا عبارة عن خلائط من المركبات الهيدروكربونية المقطرة مباشرة من النفط الخام، أما الألكيلات فهي مركبات برافينية متفرعة مصطنعة أثناء عمليات التكرير، بينما تحتوي مواد الجازولين المكسرة حفزياً على مركبات حلقية عطرية. ويستخدم رباعي إثيل الرصاص(Tri Ethyl Lead- TEL) كمادة مضافة بتركيز يصل إلى ٤ مليلتر/جالون (١,٠٥٧مل/لتر) من الوقود، وذلك بهدف زيادة خاصية منع الطّرق للوقود.

● التركيب

تتراوح أعداد ذرات الكربون في مكونات وقود المحركات المكبسية ما بين ٤ (البوتان) إلى ١٠ (الديكان) مع توافر أكبر للمكونات ذات عدد ذرات الكربون (٨)، ويوضح الجدول (١) مدى تأثير مشاركة كل طائفة من الطوائف الهيدروكربونية المكونة لجازولين الطائرات على ثلاث خصائص أداء مهمة لهذا الجازولين. وبما أن مركبات إيزو البرافين توافق جيداً خصائص جازولين الطائرات الثلاثة المختارة، فإن هذه المركبات تعد مفيدة جداً، كما تعد المركبات العطرية مفيدة لخصائص منع الطّرق إلا أنها ضارة من ناحية السيولة تحت درجات حرارة منخفضة، وتعد النفثينات محايدة إلى ضارة بصورة عامة. أما البرافينات النظامية فتعد ضارة جداً باستثناء البوتان

●التكرير

يتم تكرير جازولين الطائرات (Aviation Gasoline Refining) وفقاً لما يلي:

*** الألكلة (Alkylation):** وقد تم تطويرها في الثلاثينات من القرن الماضي لإنتاج جازولين الطائرات ذي خصائص منع طرق عالية، ويتم تكريره بتفاعل الإيزوبوتيلين مع الأيزوبوتان بوجود حمض قوي للحصول على مركبات إيزوبرافينية ذات أوزان جزيئية ودرجات غليان أعلى خاصة مركبات ثلاثي ميثيل البنتان، ويعد ٢، ٢، ٤ ثلاثي مثيل البنتان (إيزوأوكتان) المتماكب الأكثر توفراً في هذه العملية، وهو الذي يتمتع - بحسب تعريفه - بعدد أوكتان مقداره ١٠٠ وذلك حسب المعادلة أدناه:

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{CH}} + CH_2=\overset{CH_3}{C}-CH_3 \longrightarrow CH_3\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-CH_2-\underset{CH_3}{CH}-CH_3 + \text{متماكبات أخرى}$$

آيزوبوتان — أيزوبوتيلين — ٢ . ٢ . ٤ ثلاثي ميثيل بنتان

*** خلط جازولين الطائرات:** ويتم تحضيره بخلط مكونين أو أكثر للوصول إلى الخصائص المرغوبة.

● الاستهلاك

بلغ استهلاك جازولين الطائرات قيماً حرجة أثناء ومع نهاية الحرب العالمية الثانية، حيث بلغ إنتاج الحلفاء منه ما يزيد عن ٢٥مليون جالون يومياً. وبعد سنتين من الحرب انخفض الإنتاج بصورة حادة إلى ٥ ملايين جالون/يومياً. وقد أدى تطور الطيران التجاري مع استخدام الطيران الحربي إلى زيادة تدريجية مرة ثانية حتى ١٤ مليون جالون/يومياً عام ١٩٥٧م. ثم عاد الإنتاج ليتناقص تدريجياً مع ظهور وتطور المحركات التوربينية كبديل للمحركات المكبسية المستخدمة في الطائرات الحربية، وفيما بعد في الطائرات التجارية، ليصل إلى ٥ ملايين جالون / يومياً في عام ١٩٧٠م. وفي عام ١٩٩٩م بلغ إجمالي إنتاج جازولين الطائرات في الولايات المتحدة

٠,٨ مليون جالون يومياً ، وهي كمية صغيرة جداً مقارنة بإنتاج الوقود التوربيني (٧٠مليون جالون / يومياً) . وقدر الاستخدام العالمي لجازولين الطائرات سنة ١٩٩٦م بحوالي ٢,٢مليون جالون/يومياً.

وقود الطائرات التوربينية

بدأ استخدام وقود الطائرات التوربينية (Aviation turbine fuels) ـ العنفية ـ من قبل كل من القوات الجوية البريطانية والألمانية في العمليات الحربية مع نهايات الحرب العالمية الثانية. كانت المحركات البريطانية آنذاك تعمل على كيروسين الإنارة المحتوي على ١٪ زيت تزليق خفيف (زيت محرك نفاث)، بينما استخدمت المحركات الألمانية خليطاً من الجازولين وأجزاء تقطير أثقل ذات مجال غليان أكثر اتساعاً. وقد توقف تطوير الوقود في المانيا مع نهاية الحرب. بعد الحرب العالمية الثانية بدأت القوات الجوية الأمريكية باستخدام وقود منخفض الأوكتان متسع مجال الغليان (Wide-cut fuel)، وهو بصورة أساسية عبارة عن خليط هيدروكربوني يمتد ضمن مجالات غليان الجازولين والكيروسين . كما اعتمد اختياره على توفره بكميات أكبر من الجازولين أوالكيروسين بمفردهما ، خاصة في فترة الحرب، وقد وجد فيما بعد أن الوقود النفاث متسع مجال الغليان يتمتع بمميزات تشغيلية أقل مقارنة بالوقود الكيروسيني ، وذلك للأسباب التالية:

- ضياع أكبر للوقود بسبب التبخر عند ارتفاعات عالية.
- زيادة خطورة نشوب الحريق أثناء التعامل معه على الأرض.
- حدوث تحطم الطائرات المزودة بالوقود متسع مجال الغليان.

لأجل ذلك بدأت القوى الجوية بالعودة إلى الوقود من النمط الكيروسيني في سبعينات القرن الماضي، وقد تم التحول من الوقود متسع مجال الغليان (JP-4) إلى النوع الكيروسيني (JP-8) واسع – النظام، كما استخدمت البحرية الأمريكية نوعاً من الوقود الكيروسيني مرتفع نقطة الوميض (JP-5) ، على حاملات الطائرات من أجل اعتبارات السلامة منذ مطلع خمسينات القرن الماضي.

مع تطور صناعة الطائرات النفاثة التجارية في خمسينات القرن الماضي، تم اختيار الوقود الكيروسيني لملائمة مواصفاته. ومع أن الوقود النفاث واسع مجال الغليان (Jet-B) لايزال مستخدما في بعض مناطق كندا والاسكا شديدة البرودة لملائمته لذلك ، إلا أن أصناف الوقود الكيروسيني تبقى هي المهيمنة في بقية أنحاء العالم.

يستخدم الوقود (Jet- A) في الولايات المتحدة ، بينما يستخدم معظم ماتبقى من دول العالم الوقود (Jet A-1)، حيث يتمتع الوقود الأخير بنقطة تجمد قصوى أقل مما هي عليه بالنسبة للوقود الأول ـ ٤٧ْم تحت الصفر للوقود (Jet A) و ٤٠ْ م تحت الصفر للوقود (Jet A-1) ـ مما يجعل الوقود (Jet A-1) أفضل في حالة الرحلات الدولية الطويلة وخاصة في المسارات القطبية أثناء فصل الشتاء.

يعود اختيار وقود الـ (Jet A) في الولايات المتحدة لانخفاض تكلفته وتوفره ، وقد أظهرت التجربة عبر السنين أنه مناسب للاستخدام في الولايات المتحدة وخاصة للرحلات الداخلية.

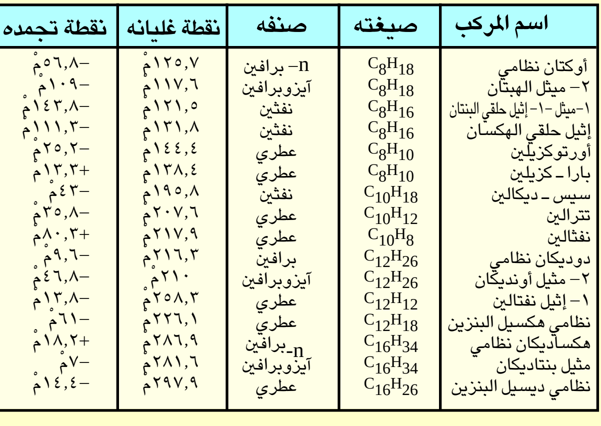
● تكوين وقود الطائرات التوربيني

يتكون وقود الطيران التوربيني من خليط لكثير من المركبات الهيدروكربونية – أكثر من ألف مادة– يصعب فصلها بتقنيات التحليل الحديثة . يتراوح عدد ذرات الكربون في مكونات الوقود النفاث الكيروسيني ما بين ٨ و ١٦، بينما يتراوح عددها في الوقود النفاث واسع مجال الغليان ما بين ٥ إلى ١٥، ويظهر الشكل (١) منحنيات غليان نموذجية لكل من الوقود النفاث الكيروسيني والوقود النفاث واسع مجال الغليان.

تحتوي معظم المركبات الهيدروكربونية الموجودة في الوقود النفاث على مركبات بارافينية أو نفثينية أو عطرية. وتختلف مواد الوقود النفاث التي لها نفس النوع عن بعضها البعض بسبب احتوائها على نسب مختلفة من هذه الأصناف الثلاثة من المركبات، وذلك بحسب مواصفات كل صنف على النحو التالي:

* **نقطة الغليان والتجمد:** ويلاحظ ارتفاع نقطة الغليان بازدياد عدد ذرات الكربون في مركبات الصنف الواحد. أما المركبات التي لها نفس عدد ذرات الكربون فيكون ترتيب ازدياد نقطة الغليان في نفس الصنف على النحو التالي: آيزو بارافين ، بارافين نظامي (n-Paraffin)، نفثين ، وعطري ، جدول (٢).

تزداد نقطة التجمد بازدياد عدد ذرات الكربون في كل صنف، لكنها تتأثر بقوة بشكل الجزيء. تتجمد (تتبلور) البرافينات النظامية والعطريات غير المحتوية على متبادلات عند درجات حرارة أعلى بكثير من المركبات الأخرى ذات نفس العدد من ذرات



اسم المركب	صيغته	صنفه	نقطة غليانه	نقطة تجمده
أوكتان نظامي	C_8H_{18}	n– برافين	١٢٥,٧ْم	-٥٦,٨ْم
٢– ميثل الهبتان	C_8H_{18}	آيزوبرافين	١١٧,٦ْم	-١٠٩ْم
١-ميثل -١- إثيل حلقي البنتان	C_8H_{16}	نفثين	١٢١,٥ْم	-١٤٣,٨ْم
إثيل حلقي الهكسان	C_8H_{16}	نفثين	١٣١,٨ْم	-١١١,٣ْم
أورتوكزيلين	C_8H_{10}	عطري	١٤٤,٤ْم	-٢٥,٢ْم
بارا ـ كزيلين	C_8H_{10}	عطري	١٣٨,٤ْم	+١٣,٣ْم
سيس ـ ديكالين	$C_{10}H_{18}$	نفثين	١٩٥,٨ْم	-٤٣ْم
تترالين	$C_{10}H_{12}$	عطري	٢٠٧,٦ْم	-٣٥,٨ْم
نفثالين	$C_{10}H_8$	عطري	٢١٧,٩ْم	+٨٠,٣ْم
دوديكان نظامي	$C_{12}H_{26}$	برافين	٢١٦,٣ْم	-٩,٦ْم
٢– مثيل أونديكان	$C_{12}H_{26}$	آيزوبرافين	٢١٠ْم	-٤٦,٨ْم
١– إثيل نفتالين	$C_{12}H_{12}$	عطري	٢٥٨,٣ْم	-١٣,٨ْم
نظامي هكسيل البنزين	$C_{12}H_{18}$	عطري	٢٢٦,١ْم	-٦١ْم
هكساديكان نظامي	$C_{16}H_{34}$	n-برافين	٢٨٦,٩ْم	+١٨,٢ْم
مثيل بنتاديكان	$C_{16}H_{34}$	آيزوبرافين	٢٨١,٦ْم	-٧ْم
نظامي ديسيل البنزين	$C_{16}H_{26}$	عطري	٢٩٧,٩ْم	-١٤,٤ْم

● جدول (٢) نقاط غليان وتجمد مركبات الوقود النفاث الهيدروكربونية.



● شكل(١) منحنيات تقطير (D86) نموذجية لوقود نفاث كيروسيني ووقود نفاث متسع مجال الغليان.

الكربون بسبب شكلها الهندسي الذي يسمح لها بالتجمع مع بعضها بسهولة ضمن تركيب بلوري.

*** محتوى المادة من الطاقة :** ويزداد للمركبات التي لها نفس عدد ذرات الكربون بالنسبة لوحدة الوزن لكل صنف، حيث يكون محتوى العطريات الأقل ثم النفثينات ثم البرافينات الأعلى، وعلى أساس حجمي يكون الترتيب معكوساً، حيث تتمتع البرافينات بأقل محتوى من الطاقة بينما تتمتع العطريات بأعلى محتوى من الطاقة. تنطبق هذه العلاقة على مواد الوقود ، فمواد الوقود الأخف (الأقل كثافة)، مثل الجازولين، تتمتع بقيم حرارة أعلى على أساس وزني، بينما تتمتع مواد الوقود الأثقل (الأعلى كثافة)، مثل الديزل ، بقيم حرارة أعلى على أساس حجمي.

*** اللزوجة :** وترتبط بعدد ذرات الكربون أكثر من ارتباطها بصنف الهيدروكربون. فمن أجل عدد ذرات كربون معين، تتمتع النفثينات بصورة عامة بلزوجة أعلى بقليل مما هي عليه في البارافينات أو العطريات.

ويلخص الجدول (٣) العلاقة بين صنف الهيدروكربون وخصائص الوقود النفاث الحاوي عليه. فيلاحظ أن البرافينات النظامية تتمتع بمحتويات طاقة حجمية قليلة وبخصائص تدفق ضعيفة جداً تحت درجة حرارة منخفضة. بينما تتمتع العطريات بمحتويات طاقة حجمية جيدة جداً ، ولكن جودة احتراقها منخفضة ، وخصائص تدفقها ضعيفة تحت درجات حرارة منخفضة. أما الآيزوبرافينات والنفثينات فتتمتع بخصائص متوسطة تقع بين تلك الخاصة بالبرافينات النظامية والعطريات.

● التكرير

يتم تكرير وقود الطيران التوربيني (Aviation Turbine Fuel Refining) من البترول باستخدام طريقة **فيشر ـ تروبش**، وتشمل أهم منتجات تكرير خام البترول:

وقود النقل (الجازولين والوقود النفاث ووقود الديزل وجازولين الطائرات)، وغاز البترول المسيل (LPG)، ووقود التسخين، وزيت التزليق، و الشمع، والأسفلت.

*** المادة الخام (Raw Material) :** وهي عبارة عن خامات بترولية عالية الوزن النوعي تحتوي على كميات أكبر من المنتجات الخفيفة وكميات أقل من الكبريت والنيتروجين ، مما يجعلها سهلة التكرير . وبصورة عامة تتألف كل أنواع النفط الخام بالدرجة الأولى من هيدروكربونات بارافينية ونفثينية وعطرية ، وتحتوي كل طائفة من هذه المركبات على مجال واسع جداً من الأوزان الجزيئية.

*** عمليات التكرير (Refining Processes) :** وتنقسم إلى ثلاثة أقسام:

– **عمليات الفصل (Separation Processes):** وتعد عملية التقطير أكثرها شيوعاً، حيث يتم فصل لقيم هذه العمليات إلى مكونين أو أكثر بالاعتماد على بعض الخصائص الفيزيائية، مثل درجة الغليان.

– **عمليات التحسين (Upgrading Processes) :** حيث يتم تحسين نوعية المادة من خلال تفاعلات كيميائية لنزع أي مركبات موجودة بكميات نزرة غير مرغوب فيها. ومن عمليات التحسين الأكثر شيوعاً المستخدمة للوقود النفاث عملية التحلية، والمعالجة بالهيدروجين، والمعالجة بالصلصال.

– **عمليات التحويل (Conversion Processes) :** حيث يتم تغيير التركيب الجزيئي للّقيم ، عن طريق تكسير الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة ، مثل: التكسير الحفزي،والتكسير الهيدروجيني.

● التكرير الحديث

تتم عمليات التكرير الحديث (Modern refining)، بتقديم النفط الخام إلى عمود التقطير حيث يتم فصل منتجات التقطير المباشر وهي: الجازولين الخفيف والثقيل، والكيروسين، والديزل وذلك تحت الضغط الجوي ، شكل (٢). ويتم تقطير المنتجات السفلية الموجودة في عمود الضغط الجوي تحت ضغط منخفض للحصول على المازوت (gasoils) كلقيم للتكسير الحفزي المائع (FCC) أو للتكسير الهيدروجيني. ويمكن معالجة المازوت هيدروجينياً لخفض مستويات الكبريت والنيتروجين فيه لتحسين أداء عمليات الـ(FCC).

يمكن للوقود النفاث المنتج بواسطة المصفاة أن يكون بكامله منتج تقطير مباشر أو منتج ناتج عن المعالجة الهيدروجينية، أو أن يكون ناتجاً عن خلط منتج التقطير المباشر مع منتج المعالجة الهيدروجينية أو منتج التكسير الهيدروجيني. كما يمكن إضافة كميات قليلة من مكونات الجازولين الثقيل. ويمكن لكيروسين التقطير المباشر الناتج عن نفط خام قليل محتوى الكبريت أن يحقق جميع مواصفات الوقود النفاث. إلا أن كيروسين التقطير المباشر يتم تحسينه عادة بمعالجة ميروكس (Merox)، المعالجة بالطين، أو بالمعالجة الهيدروجينية قبل أن يباع على هيئة وقود نفاث.

ويجب على المكرران يقوم بخلط المنتجات المتوفرة بهدف التوصل إلى كل متطلبات الأداء والمتطلبات الاقتصادية. وقد تم تطوير برامج حاسوبية متطورة لتقدير وضبط عمليات

خاصية الوقود النفاث	بارافين نظامي	آيزو بارافين	نفثين	عطري
محتوي الطاقة وزنياً	+	+	O	–
محتوى الطاقة حجمياً	–	–	O	+
جودة الاحتراق	+	+	+	–
السيولة تحت درجات حرارة منخفضة	––	+/O	+	–/O

(+) تأثير مفيد ، (–) تأثير ضار، (O) تأثير محايد أو بسيط.

● جدول (٣) درجة مساهمة كل صنف هيدروكربوني في خصائص مختارة للوقود النفاث.

● شكل (٢): رسم تخطيطي لمصفاة حديثة.

التكرير بما في ذلك مرحلة الخلط النهائي.

• خصائص الأداء

بما أن الوظيفة الأساسية لوقود الطيران التوربيني (الوقود النفاث) هي تقديم الطاقة للطائرة فإن محتوى الطاقة وجودة الاحتراق سيمثلان مفتاح خصائص أداء الوقود. وتوجد أيضاً خصائص أداء مهمة أخرى مثل الثبات، التزليق ، السيولة، قابلية التطاير، عدم قابلية التآكل والنظافة.

وإضافة إلى كونه مصدراً للطاقة ، يستخدم الوقود كسائل هيدروليكي في أنظمة التحكم بالمحرك وكمبرد لبعض مكونات نظام الوقود.

* **محتوى الطاقة (Energy Content) :**
وهي عبارة عن الحرارة الصادرة عن احتراق كمية معلومة من الوقود تحت ظروف نوعية خاصة نوعية). وتعتمد كمية الحرارة الناتجة على الماء المتشكل خلال عملية الاحتراق. فإذا كان الماء قد تكثف إلى الطور السائل معطياً حرارة التبخر، فإن الطاقة المتحررة في هذه العلمية تدعى محتوى الطاقة الإجمالي. أما إذا بقي الماء على هيئة غازية ، فإن محتوى الطاقة الصافي يكون أقل من ذلك. وبما أن المحركات تطرح الماء على هيئة بخار فإن محتوى الطاقة الصافي هو القيمة المناسبة التي يمكن أن نقارن بواسطتها أنواع الوقود.

يمكن التعبير عن محتوى الطاقة إما بطريقة وزنية (الطاقة الناتجة عن حرق وحدة وزن من الوقود)، أو بطريقة حجمية. ووحدات القياس الدولية المستخدمة هي : ميجا جول/كيلوجرام (MJ/kg) ، وميجا جول / لتر (MJ/L) . في الولايات المتحدة، الوحدة الوزنية هي الوحدات الحرارية البريطانية لكل رطل إنجليزي (Btu / lb)، والوحدة الحجمية هي الوحدات الحرارية البريطانية لكل جالون (Btu / ga) .

وبما أن محتوى المركبات الهيدروكربونية من الطاقة يختلف فيما بينها ، فإن تكوين الوقود النفاث له بعض التأثير على محتوى الطاقة. ويمكن التنبؤ بهذا التأثير من خلال كثافة الوقود التي تختلف أيضاً تبعاً لتكوينه . وبصورة عامة تتمتع أصناف الوقود النفاث الأقل كثافة بمحتوى طاقة وزني أعلى، أما أصناف الوقود النفاث الأكثر كثافة فتتمتع بمحتوى طاقة حجمي أعلى، وكوقود للطائرات يفضل الوقود الأعلى كثافة ذو المحتوى الطاقي الحجمي الأعلى ، أو الوقود الأقل كثافة ذو المحتوى الطاقي الوزني الأعلى . ويساعد الوقود الأول على الطيران لفترات زمنية أطول.

* **مميزات الاحتراق (Combustion Characteristics) :**
وتتحقق بضبط تدفق الوقود ، وذَرّه لجعل كفاءة الاحتراق أعظم مايمكن، وإنتاج أقَل كمية من الدخان والرواسب الكربونية، والغازات المؤكسدة جزئياً مثل أول أكسيد الكربون، وكذلك شدة الإشعاع المنبعث من اللهب حيث يؤثر نوع الوقود على كل ذلك.

تتشكل في المحرك النفاث أثناء عملية الاحتراق دقائق صغيرة محتوية على الكربون . تستمر هذه الدقائق بالاحتراق طالما أنها تمر عبر اللهب ويتم استهلاكها كلياً تحت ظروف مناسبة . ويؤدي توهج هذه الدقائق في قسم الاحتراق إلى إطلاق أشعة تحت حمراء يسبب امتصاصها من قبل جدران الحارق حدوث شقوق وإخفاقات مبكرة للمحرك . كما يمكن لهذه الدقائق ـ إن لم يتم استهلاكها كلياً من قبل اللهب ـ أن تكون خطرة إذا اصطدمت أو لامست شفرات التوربين والأجزاء الثابتة من المحرك ، مما يسبب تآكلها . كما يمكن لرواسب الكربون أن تسد فتحات جدار الحارق التي تؤمن هواءً ممدداً لقسم الاحتراق مما يؤدي لإحداث فوضى في نمط تدفق منتجات الاحتراق.

تشكل مواد الوقود الغنية بالمحتوى العطري ـ خاصة الوقود الغني بالنفثالينات ـ كميات أكثر من هذه الدقائق المحتوية على الكربون . وبما أن هذه الدقائق ذات خطر كبير لذا يتم ضبط المحتوى العطري ومحتوى النفثالينات الإجمالي للوقود النفاث . ويؤدي المزج الأفضل للوقود والهواء إلى حدوث احتراق أكمل وأفضل، وبالتالي خفض كمية الكربون.

* **الثبات (Stability) :** وهو عبارة عن ثبات خصائص الوقود، إما أثناء التخزين أوأثناء الاستعمال، أي أن الوقود الثابت هو الوقود الذي لاتتغير خصائصه عندما يتعرض لدرجات حرارة مرتفعة في المحرك (ثبات حراري).

ينتج عدم ثبات الوقود النفاث عن التفاعلات الكيميائية متعددة الخطوات ، مثل تفاعلات الأكسدة . وتكون منتجات التفاعل الأولية عبارة عن هيدروبيروكسيدات وبيروكسيدات، وتبقى هذه المنتجات ذائبة في الوقود، لكنها قد تهاجم وتخرب بعض الإستوميرات نظام الوقود . كما تؤدي تفاعلات أخرى إلى تشكل أصماغ ذوابة ودقائق غير ذوابة يمكنها أن تسد مصافي الوقود وأن تترسب على سطوح أنظمة وقود الطائرة ، مؤدية إلى تضييق هذه المسارات ، ولتحسين ثبات الوقود يضاف له مواد مانعة للتأكسد.

* **التزليقية (Lubricity) :** وهي عبارة عن:
– **تزليق هيدروديناميكي:** وفيه تقوم طبقة المزلق الرقيق بمنع السطوح المتحركة المتقابلة من التماس فيما بينها. وتوفر السوائل ذات اللزوجة الأعلى تزليقاً هيدروديناميكياً أكبر ، مقارنة بما توفره السوائل ذات اللزوجة المنخفضة. تصمم المحركات النفاثة للعمل على مواد وقود نفاث ضمن مجال لزوجة عادية ، وبالتالي توفر مواد الوقود النفاث النموذجية تزليقاً هيدروديناميكياً مناسباً.
– **تزليق رقيق:** ويصبح مهماً عند فشل التزليق الهيدروديناميكي ، والمزلقات الرقيقة عبارة عن مركبات تشكل بالتصاقها على السطوح المعدنية طبقة واقية مضادة للتآكل، ويعد الوقود النفاث الناتج عن التقطير المباشر (اللاتكسيري) مزلقاً رقيقاً جيداً ، بسبب احتوائه على كميات نزره من مركبات محتوية على أكسجين ونيتروجين وكبريت . ويؤدي إضافة كمية ضئيلة ـ تصل إلى عشرة اجزاء من مليون ـ من مضاف محسن للتزليق إلى وقود ضعيف التزليق إلى أن يصبح تزليقه مقبولاً.

* **السيولة (Fluidity):** وهي تدفق الوقود بحرية من خزانات الوقود الموجودة في الأجنحة إلى المحرك من خلال نظام وقود الطائرة، ونظراً لأن الوقود النفاث يتعرض إلى درجات حرارة منخفضة جداً عند ارتفاعات عالية، وخاصة عند المسارات الجوية القطبية في أوقات الشتاء، وكذلك على الأرض في المناطق شديدة البرودة، فإنه يجب أن يحتفظ بسيولته في جميع هذه الحالات وتحت هذه الظروف، وإلا فإن تدفقه إلى المحركات سوف يتناقص أو يتوقف، لذلك يجب أن تحتوي مواصفات الوقود على حد علوي للزوجة ، وعلى نقطة تجمد منخفضة مناسبة.

* **التطايرية (Volatilit) :** وهي قدرة الوقود على التبخر قبل حرقه ، ومع أن ميل الوقود للتطاير يؤدي لزيادة تبخره من الخزانات الأرضية وخزانات الطائرات ، كما يؤدي لازدياد اشتعاليته وخطورته داخل أو خارج الخزان. فإن التطايرية تعد من أهم الفروق بين الوقود النفاث الكيروسيني والوقود النفاث واسع مجال الغليان، حيث

يعد الوقود النفاث الكيروسيني عملياً غير طيار ، فهو يتمتع بضغط بخار رايد (Reid) مقداره ١ كيلو باسكال (Kpa) (أي ٠,١٤ psi)، أما الوقود النفاث واسع مجال الغليان فيتمتع بضغط بخار رايد مقداره ٢١ كيلو باسكال (أي ٣ psi).

ويعتبر الوقود النفاث واسع مجال الغليان مناسباً أكثر لاستخدامات المناخ البارد بسبب تمتعه بلزوجة ونقطة تجمد أقل مما هو عليه الوقود النفاث الكيروسيني.

* **منع التآكلية (Corrosivity) :** حيث يجب أن لايؤدي تماس الوقود لتآكل أي من مواد أنظمة وقود الطائرة . وفي الحالة النموذجية تستخدم خزانات وقود من الألمنيوم . كما تحتوي أنظمة الوقود أيضاً على الفولاذ ومعادن أخرى . كما يمكن لخزانات الوقود أن تحتوي على مواد مانعة للتسرب، وطلاءات. ويقوم صانعو الهيكل والمحرك باختبار مكثف على أي مادة قبل الموافقة على استخدامها في نظام الوقود لمعرفة مدى انسجامها مع هذا الوقود.

من أهم المركبات الأكالة الموجودة في الوقود النفاث الأحماض العضوية والمركبتانات ، وتضع جميع المواصفات أرقاماً حدية لهذه المركبات بسبب ضررها . يسبب الكبريت الموجود في جميع المركبات العضوية تآكل شفرات العنفة عند درجة حرارة مرتفعة ، وخاصة بوجود الصوديوم . كما تسبب تآكلاً عاماً حتى عند تراكيز منخفضة، مما يؤكد الحاجة لنزعها بالكامل من الوقود.

● نظافة الوقود

تعني نظافة الوقود (Fuel Cleanliness) غياب الدقائق الصلبة ، والماء الحر من الوقود ، حيث يمكن للدقائق والصدأ والأوساخ أن تؤدي لإنسداد مرشحات الوقود وزيادة إجهاد مضخة الوقود ، ولذلك يتم تنظيف الوقود وفقاً لما يلي:

* **فصل الماء (Water separation):** حيث يدخل الماء في وقود الطائرات من عدة مصادر خاصة نتيجة لتكثف الرطوبة عليه عندما يكون بارداً . ويشكل الماء الحر أو غير الممتزج خطراً كبيراً في الطائرات، حيث إنه يتجمد عند درجات حرارة تقل عن صفر مئوية ، مما يؤدي إلى سد الفتحات أو المصافي أو المرشحات . كما أن وجود الماء يقود إلى نمو الميكروبات في الأجزاء الراكدة من نظام الوقود، لذلك يبذل جهد كبير لنزع كل المياه غير الممتزجة بواسطة فواصل ترشيح قبل تعبئة الطائرة بالوقود.

* **تثبيط النمو الميكروبي (Microbial Growth Inhibition) :** وذلك بإزالة الكائنات الدقيقة الحية (بكتيريا وفطريات) الموجودة بصورة دائمة في الهواء والماء. وتعد المواد الصلبة المتشكلة بواسطة النمو الحيوي شديدة الفعالية في سد مصافي الوقود. كما تولّد بعض الكائنات الدقيقة الحية منتجات ثانوية حمضية يمكنها تسريع تآكل المعدن. وبما أن معظم الكائنات الحية تحتاج إلى مياه حرة لكي تنمو، فإن النمو الحيوي يتركز عادة في المنطقة بين سطحي الماء والوقود. وتتغذى هذه الكائنات الحية على الوقود والماء ومغذيات أساسية محددة مثل الفوسفور الذي يجب خفضه للحد من النمو الحيوي. كما تشجع درجات الحرارة فوق العادية على النمو الحيوي.

تعد الوقاية أفضل وسيلة للحد من التلوث الميكروبي، وذلك بجعل كمية الماء الحر في خزانات الوقود أقل ما يمكن. أما عندما تكون نسبة الكائنات الحية مرتفعة، فإنه يمكن استخدام مادة متلفة للحياة (biocide) تحت ظروف محددة. مع نزع الكتلة الحية المتجمعة لتجنب انسداد المرشحات.

● مضافات الوقود النفاث

يتم إضافة بعض المواد بصورة إجبارية، وبعضها بصورة اختيارية. ويبين الجدول (٤) قائمة بالمواد المضافة التي ينصح باستخدامها في بعض مواصفات الوقود النفاث الرئيسة.

يعد استخدام المواد المضافة الاختلاف الأساسي بين الوقود النفاث التجاري والوقود النفاث الحربي. يحتوي الوقود النفاث الحربي الأمريكي على ثلاث مواد مضافة أو أكثر ، أما الوقود الدولي النفاث (Jet A-1) فيضاف إليه مبدد إستاتي (Static Dissipator)، كما يمكن أن يحتوي أيضاً على مضاد أكسدة. من جانب آخر لايحتوي الوقود النفاث (Jet A) عادة على أي مضاف، وأحياناً يحتوي فقط على مضاد أكسدة.

* **مانع تجمد نظام الوقود :** يمكن للجليد أن يتشكل في خزانات الوقود عند درجات الحرارة شديدة الانخفاض عند الارتفاعات العالية ، وينتج ذلك من الماء الذائب في الوقود. وتحتوي معظم الطائرات التجارية على مسخنات عند المرشحات الرئيسة للوقود من أجل صهر أي جليد متشكل. ومع ذلك فإن العديد من الطائرات الحربية لاتحتوي على هذه المسخنات مما يجعلها معرضة لانخفاض تدفق الوقود عند تشكل بلورات الجليد. لذلك تستخدم مواد مانعة لتجمد الوقود تقوم بخفض نقطة تجمده. ويستخدم ثنائي إثيلين جليكول أحادي ميثل إيثر (di-EGME) كمانع لتجمد وقود الـ (Jet A)، (Jet A-1)، والوقود الحربي الأمريكي.

وتستخدم مادة مشابهة هي الإيثلين جليكول أحادي إثيل إيثر في الوقود الروسي TS-1. كما تضاف مادة الإيثلين جليكول ثنائي مثيل إيثر (١، ٢- ثنائي ميتوكسي الإيثان) وبتركيز يتراوح بين ٠,١-٠,١٥٪ حجماً. وتكمن المشكلة الأساسية لهذه المضافات في إمكانية استخلاصها بواسطة الماء الحر. ولتجنب تماسها مع الماء تتم إضافتها للوقود في المطار أو أثناء تزويد الطائرة بالوقود.

* **مثبتات حرارية:** يستخدم الوقود النفاث كوسيلة تصريف حرارية في المحركات التوربينية. وتعاني المحركات المستخدمة في الطائرات الحربية عالية الأداء من إجهاد حراري مرتفع على الوقود. لذلك بدأت القوى الجوية الأمريكية في مطلع التسعينات برنامجاً لتطوير وقود ذي ثبات حراري محسن بإدخال مجموعة مضافات تحسن الثبات الحراري للوقود بمقدار ٥٥ْم تقريباً من ١٦٣ْم إلى ٢١٨ْم . يعرف المضاف المستخدم باسم (100+)

نوع المادة المضافة	Jet A (ASTM D1655)	Jet A-1 (DEF STAN 91-91)	JP- 4 (MIL-DTL 5624)	JP- 5 (MIL-DTL 5624)	JP- 8 (MIL-DTL 83133)
مانع أكسدة	مسموح	مطلوب**	مطلوب**	مطلوب	مطلوب**
مثبط المعدن	مسموح	مسموح	بالاتفاق	بالاتفاق	بالاتفاق
موصلية كهربائية / مبدد إستاتي	مسموح	مطلوب	مطلوب	بالاتفاق	مطلوب
مانع التآكل / محسن إنزلاق	غير مسموح	بالاتفاق	مطلوب	مطلوب	مطلوب
مانع تجمد نظام الوقود	بالاتفاق	بالاتفاق	مطلوب	مطلوب	مطلوب
مبيد حيوي	بالاتفاق	بالاتفاق	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح
مثبت حراري	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح ++

** تعني أنه مطلوب في أي وقود أو مكون وقودي أجريت عليه عملية هدرجة، وإلا فإنه اختياري.
++ عند استخدام مضاف التثبيت الحراري في الوقود JP-8 يطلق عليه إسم JP-8+100.

● جدول (٤) أنماط المضافات الموافق عليها في الوقود النفاث.

ويسمى وقود القوى الجوية الأمريكي الحاوي على هذا المضاف باسم (JP8 +100).

* **مضادات أكسدة :** يتطلب الوقود المعالج بالهيدروجين لنزع المركبتانات (يؤدي لنزع مضادات الأكسدة الطبيعية الموجودة في الوقود) إضافة مضادات أكسدة، وذلك بعد معالجته بالهيدروجين. وهذه المضادات عبارة عن فينولات معاقة ثانوية وثالثية تكون فعالة بالدرجة الأولى أثناء تخزينها وليس خلال استخدامها تحت درجة حرارة مرتفعة. تسمح مواصفات الـ (ASTM) باستخدام هذه المضادات ويبلغ العيار الأقصى المسموح باستخدامه منها ٢٤ملجم/لتر.

* **مخمدات المعدن :** وتستخدم بهدف جعل المعادن النزرة غير فعالة كيميائياً، وذلك بتخليبها وتحويلها إلى معقدات ثابتة، والمخمد الوحيد المتفق على استخدامه هو: N،N َ– ثنائي ساليسيليدين –١، ٢– ثنائي أمينو البروبان. ويسمح باستخدامه بتركيز أقصى ٥,٧ملجم/لتر، إلا أنه لا يستخدم إلا نادراً.

* **مثبطات التآكل ومحسنات التزليق:** وهي أحماض ثنائية القاعدة، تعمل كمثبطات صدأ في الطور السائل، وتمنع الماء الحر والأكسجين الموجودين في الوقود من أن يؤديا إلى صدأ أو تآكل الخزانات والأنابيب. وتضاف محسنات التزليق أحياناً في المطار مباشرة قبل تزويد الطائرة بالوقود. تبنى خزانات وخطوط أنابيب نظام توزيع الوقود النفاث في البداية من حديد غير قابل للصدأ ودون طلاء.

* **محسنات الناقلية الكهربائية:** حيث يكون المضافان المتفق على استخدامهما هما (Shell ASA3) و (Du Pont Stadis 450)، ويستخدمان بنسب ١ملجم/لتر للأول، و ٣ملجم/لتر للثاني كحد أقصى. ويؤخذ بالاعتبار عند اختيار نسبة الإضافة ازدياد ناقلية الوقود عند ارتفاع درجة حرارته والعكس عند برودته.

* **مضافات متلفة للحياة:** يمكن للكائنات الدقيقة التي تتفاعل حيوياً مع المركبات الهيدروكربونية أن تتواجد في كل من أنظمة الوقود الأرضية أو أنظمة وقود الطائرات. وتتسبب بعض الجراثيم اللاهوائية التي تقوم بإرجاع الكبريتات إلى كبريتيد الهيدروجين بتآكل النحاس والفضة. كما يسبب تشكل الأوحال، والطلاءات الفطرية، والمنتجات الثانوية الأكالة التي تؤدي لتآكل خزان الجناح، وإلى تعطل مقياس السعة.

تعد مادة (U.S. Borax ، Biobor JF) المادة الوحيدة الذوابة في الوقود المتلفة للحياة، والتي يسمح بها بصورة عامة، وهي خليط مكون من ٩٥٪ من الديوكسابورينان (dioxaborinanes) و ٥٪ نفثا. والعيار الذي ينصح باستخدامه لقتل الكائنات الدقيقة الحية هو ٢٢٦ملجم/لتر، أما العيار المستخدم للوقاية فهو ١٠٨ملجم/لتر.

* **مضافات مانعة للضباب:** وهي تمنع تشكل قطيرات الوقود الدقيقة اللهوبة أثناء تحطم الطائرة مما يؤدي لخفض حدة الحريق. ولاتزال هذه المضافات في أطوار التجربة. وأفضل ما تم تحقيقه باستخدام مادة (ICI, FM-9) وهي عبارة عن بوليمر مرتفع الوزن الجزيئي وبعيار أقل من٠,٥٪ حجماً. وعلى الرغم من الحصول على خصائص مانعة للضباب إلا أن مشاكل الاستخدام لاتزال مستمرة.



● **شكل (٣): ترتيب خزانات الوقود في طائرة بوينغ** (747- 400).

● **استهلاك الوقود النفاث**

ازداد استهلاك الوقود النفاث في الولايات المتحدة أكثر من الضعف خلال الـ ٢٥ سنة الماضية ، وذلك من ٣٢ مليون جالون يومياً عام ١٩٧٤م ، إلى ٧٠ مليون جالون يومياً سنة ١٩٩٩م ، وقد حدثت غالبية هذه الزيادة منذ سنة ١٩٨٤م.

وفيما يتعلق بالاستخدام العالمي للوقود النفاث فإن المعلومات تقتصر فقط على الفترة الواقعة بعد سنة ١٩٨٩م، فقد وصل الاستهلاك العالمي عام ١٩٩٨م إلى حوالي ١٧٨ مليون جالون يومياً ، أي بزيادة مقدارها حوالي ١٣٪ عما كانت عليه سنة ١٩٩٠م . ويعتبر استهلاك الولايات المتحدة الأكبر ويبلغ حوالي ٣٨٪ من الاستهلاك العالمي.

خزانات الوقود

تخزن الطائرات التجارية الوقود في أجنحتها، ويظهر الشكل (٣) ترتيب خزانات الوقود في طائرة بوينغ (747-400) ، حيث يوجد خزانان رئيسان وخزان احتياطي واحد في كل جناح إضافة إلى خزان الجناح المركزي في جذع الطائرة. كما تتمتع بعض طائرات البوينغ (747-400) أيضاً بخزان وقود إضافي في المثبت الأفقي للذيل.

وقود الطائرات المستقبلي

يمكن التفكير على المدى البعيد بأنواع الوقود الصاروخي مثل الهيدرجين السائل أو الميثان السائل. ويتميز كلاهما بخصائص احتراق ممتازة، إلا أنها تتطلب أنظمة توزيع وطرق تعامل أرضي جديدة كلياً، إضافة إلى طائرات مختلفة جذرياً. يتميز الهيدروجين بكونه متاحاً بصورة غير محدودة إلا أنه يتطلب معدات تصنيع جديدة.

وقود الديزل

د. حـامـد بن عـودة المقـرن

وقـود الديزل عبـارة عن مـزيج من المركبات الـهيدروكربونية، تتراوح عدد ذرات الكربون فـيـه بين ١٠ ذرات (C_{10}) إلى ٢٢ ذرة (C_{22})، ويتم الحـصول عليه من التـقطير التـجزيئـي للبتـرول الخـام عند درجـات حـــرارة تتـــراوح بين ٢١٠–٣٨٠ْ م تحت الضـغط الجوي أو من إحدى عـمليـات التكسـير، لينـتج وقـوداً بكثـافة ٠,٨٥٠ جرام/مل وطاقة احتراق تصل إلى ٤٠,٩ ميجا جول /لتر.

يتكون وقـود الديزل من حـوالي ٧٥٪ مركبات هيدروكربونية مشبعة – عبارة عن برافينات نظامية وآيزوبرافينات حلقية – وحوالي ٢٥٪ مركبات هيدروكربونية نفثينية وعطريات مثل ألكيلات البنزين، إضافة إلى مركبات أخرى بكميات قليلة.

يعد وقود الديزل أكثر كفاءة حرارية من وقـود المحـركـات الأخـرى، مـثل: الجـازولين ووقـود الطائرات بأنواعـه المخـتلفـة. فضـلاً على ذلك: فـإن مـجال استخدام وقود الديزل يعد واسعاً مقارنة بأنواعه المختلفة، حيث يعتمد عليه ـ بجانب اسـتـخـدامـه كـوقـود للسـيـارات ـ في الشـاحنات الثـقـيلة والبـواخـر والآلات الزراعية وغيـرها، ويوضح الجدول (١) إنتاج الجـازولين بالمملكة مقارنة بوقود الديزل خلال الفترة من ١٩٩٨–٢٠٠٣م.

ورغم الأهمـية المتـزايدة لوقـود الديزل؛ فإنـه يعد وقـوداً قذراً (Dirty Fuel) بسبب مـاينجم عن احـتـراقـه من غـازات وأدخنة سوداء ضـارة بالبيئة؛ ولذلك فـقد تم وضع قوانين صارمة بهدف تقليص نسبة التلوث المنبعث من جراء إحتراقه لما لها من أضرار صحية واقتصادية وبيئية.

تـتـشـابه خـواص وقـود الديزل وخواص وقـود الجازولين من حيث الطاقة الحـرارية، لكن لوقـود الديزل بعض الخـواص المخـتلفـة عن وقـود الجـازولين، ويوضح جـدول (٢) مـواصـفـات بعض أنـواع وقـود الـديزل في بعض الـدول المتقدمة.

أنواع وقود الديزل

هناك ثلاثة أنواع من وقود الديزل هي:

ديزل السرعات العالية

يعد وقـود الديزل الخـاص بالسـرعـات العـاليـة (أكـثـر من ألف دورة في الدقـيقـة) وقوداً خـفيفاً وذا جودة عالية بالمقارنة مع الأنواع الأخرى. وبـحـسب المواصـفـة رقم (ASTM D975) الصــادرة عن الجـمـعـيـة الأمـريكيـة للإخـتـبـار والمواد فـإن وقـود الديزل للسـرعـات العـاليـة يـقع تحت الرقم (1-D)، وهـو يصنع من الوقـود الخام أو من عـمليـات التكسـيـر المهـدرج، ويطلق عليـه أحيـاناً الديزل الممتـاز، بسبب إرتفـاع رقم السـيـتـان (أعـلى من ٤٥). وبما أنه وقـود مـتطاير؛ فـإنـه يسـتـخـدم عند درجـات حـرارة منخـفـضـة ـ تتـراوح مـابين ١٥٠ إلى٣١٦ْم ـ في المحـركـات التي تتطلب سـرعـات عـاليـة وحـمولة مـتغـيـرة مثل السـيـارات، والشـاحـنات والبـصـات. ومن الاسـتـخـدامـات الأسـاسـيـة لهـذا الوقـود، خلطه مع وقـود السرعات المتوسطة (2-D) خـلال فـصـل الشـتـاء، وذلك لتـحـسـين مواصفات الإنسكاب.

السنة	الإنتاج (برميل)	
	ديزل	جازولين
١٩٩٨	١٦٢,٤٦٢,١٣٢	٧٣,٨٦٦,٣٨٠
١٩٩٩	١٦١,٦٠٩,٣٠٨	٧٤,٢٣٥,٨٠٥
٢٠٠٠	١٦٧,٦٢٨,٤٨٠	٧٥,٩٤٠,٤٢٢
٢٠٠١	١٦٣,٠٨٨,٤٣٩	٧٣,٤٠٩,٩٦٣
٢٠٠٢	١٦٥,٤٨٣,١٢١	٧٣,٥٦٤,٣٠٠
٢٠٠٣	١٨١,٩٥٧,٤١٠	٨٠,٤٣٣,٨٠١

جدول (١) إنتاج وقود الديزل والجازولين بالمملكة من عام ١٩٩٨ – ٢٠٠٣م.

الدولة / المواصفة	الولايات المتحدة	اليابان	ألمانيا
رقم السيتان	٤٤,٩	٥٤,٩	٥١,٦
قرينة السيتان	٤٥,٢	٥٦,٥	٥٠,٢
الكبريت(٪وزناً)	٠,٠٢٧	٠,١٥٤	٠,١٢٤
الكثافة (جم/مل)	٠,٨٤٦	٠,٨٣٥	٠,٨٣٤
نقطة التعكر(مْ)	١٤–	٥–	٩–
نقطة الإنسكاب(مْ)	٢٩–	١٦–	٣٢–

جدول (٢) مواصفات وقود الديزل في بعض الدول المتقدمة .



سيارة تعمل بالوقود (1-D) الخاص بالسراعات العالية.



قطار يعمل بالوقود (2-D) الخاص بالسرعات المتوسطة.

ديزل السرعات المتوسطة

ينتج هذا النوع -(2-D)- من الوقود الذي يستخدم في المحركات ذات دوران يتراوح بين ٣٠٠ إلى ١٠٠٠ دورة في الدقيقة؛ من عملية التكسير. وقد يمزج مع النفثا والكيروسين وزيت التكسير الخفيف، وتقتصر استخداماته على المحركات التي لاتتطلب وقوداً ذا تطاير عالٍ مثل مكائن المصانع وخدمات النقل الثقيل.

ديزل ثقيل

يعتبر هذا النوع من الوقود - (4-D) - أقل جودة من الأنواع الأخرى، ويطلق عليه أيضاً الزيت الثقيل، ويستخدم لمكائن السرعات البطيئة (أقل من ٣٠٠ دورة في الدقيقة) والمتوسطة، ولكنه غير صالح للنقل.

تركيب وقود الديزل

يختلف تركيب وقود الديزل عن تركيب الجازولين والكيروسين، ولذا تختلف خواصه من حيث درجة الغليان ومعيار الجودة، جدول (٣). يتركب وقود الديزل بشكل أساسي مما يلي:

١- برافينات (ألكانات): وهي عبارة عن مركبات هيدروكربونيه مشبعة صيغتها الجزيئية (C_nH_{2n+2}) تكون على شكل سلاسل هيدروكربونية متفرعة، وتسمي آيزوبرافينات. ويتراوح عدد ذرات الكربون فيها مابين عشر ذرات كربون (C_{10}) إلى أثنان وعشرون ذرة (C_{22})، وتختلف صفات وقود الديزل بإختلاف طول السلاسل وتفرعاتها. تمتاز البرافيتات ذات السلاسل الطويلة بأرقام سيتان عالية ؛ ولذلك فهي تحترق بشكل جيد، ولكن من عيوبها أن ارتفاع درجة غليان السلاسل الطويلة يؤدي إلى ارتفاع نقاط التعكر وبالتالى تكون لها خواص تدفق رديئة في الأجواء الباردة.

٢- النفثينات: وهي عبارة عن مركبات هيدروكربونية حلقية مشبعة، وقد تكون على شكل حلقة وحلقتين وثلاث حلقات مثل ألكيل الهكسانات الحلقية، ومركبات الديكاهيدرو نفثالين، ومركبات بيرهيدرو فينانثرين على التوالى. ويعتمد محتوى وقود الديزل من النفثينات على نوع الزيت الخام ومكونات الخلط، وكذلك على ظروف التصنيع.

٣- الأوليفينات: وهي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة وحيدة أوثنائية الرابطة المضاعفة تكون أيضاً على شكل سلاسل هيدروكربونية مستقيمة ومتفرعة. وتوجد هذه المركبات بكميات قليلة في وقود الديزل.

٤- العطريات: وهي عبارة عن مركبات هيدروكربونية حلقية غير مشبعة، وقد تكون على شكل حلقة واحدة وحلقتين وعديدة الحلقات، ومن أمثلتها ألكيلات البنزين، ومركبات الإندين، والنفثالين، والتترالين، وثنائي الفينيل، والأسيتافنين، والفينانثرين، والكرايسين، والبيرين.

٥- مركبات أخرى : وهي عبارة عن مركبات غير متجانسة ومن أمثلتها:

- المركبات الكبريتية: وتعتمد نسبة وجودها في وقود الديزل على عملية التكرير التي ينتج منها، وتوجد أكثر مركبات الكبريت في الديزل على شكل ألكيلات بنزوثيوفين وثنائي بنزوثيوفين.

- المركبات النيتروجينة: وتوجد بكميات أقل من المركبات الكبريتية في وقود الديزل، ومن أمثلتها مركبات الإندول، والكربازول، والكينولين، والأكريدين، والفيناثريدين.

-المركبات الأكسجينة: وتوجد بكميات أقل من المركبات الكبريتية والنيتروجينة

الوقود	مشتق التقطير	حدود درجة الغليان (مْ)	الكبريت (٪ وزناً)	دليل الجودة
جازولين	الجازولين	٣٠-٢٢٥	٠,٠٣٥	رقم الأوكتان
وقود الطائرات	الكيروسين	١٦٠-٣٠٠	٠,٤	مواصفات
الديزل	زيت الغاز الخفيف	١٦٠-٣٨٠	٠,٠٥	رقم السيتان

جدول (٣) مقارنة أنواع الوقود المختلفة.

محطة معالجة النفثا.

في وقود الديزل، ومن أمثلتها مركبات ألكيل الفينول، وثنائي بنزوفيوران.

مضافات وقـــود الديزل

مضافات وقود الديزل عبارة عن مواد كيميائية تضاف إليه بنسب قليلة لرفع أدائه وتحسين خواصه، حيث إن هناك مضافات تعمل بالتأثير الفيزيائي، وأخرى تعمل بتفاعلات كيميائية مع مكونات الوقود، كما أن دورها لايقتصر على تحسين مواصفات الوقود، ولكنها ترفع أيضاً من قيمة الوقود، وهذا يعتبر المحرك الأكبر لشركات البترول لاستخدام المضافات، ويوضح جدول (٤) قائمة بأهم أنواع المضافات لوقود الديزل مع تطبيقاتها.

إنتاج وقـــــود ديزل نظيف

يتطلب وقود الديزل الناتج عن عملية التقطير وغيرها العديد من العمليات لتحسين خواصه الاحتراقية وإزالة الملوثات منه، مثل المركبات الكبريتية والنيتروجينة والأكسجينية.

ومن أهم اللقائم للحصول على وقود الديزل:

– مشتقات المقطرات الوسطى غير المعالجة الناتجة عن تقطير الزيت الخام،

– مشتقات المقطرات الناتجة عن عمليات التكسير بوجود الهيدروجين والتكسير الحفزي بالطور السائل والتكسير الحراري وتفحيم الزيوت المتبقية من أبراج التقطير تحت الضغط الجوي وتحت الفراغ

– عمليات التكسير بالهيدروجين والتكسير الحفزي بالطور السائل لزيوت الغاز الناتجة عن التقطير تحت الفراغ.

يحتاج وقود الديزل الناتج عن العمليات المذكورة إلى معالجة للحصول على ديزل نظيف، فعلى سبيل المثال تمتاز المقطرات غير المعالجة الناتجة عن تقطير الزيت الخام وكذلك المركبات العطريةبرقم سيتان مرتفع، ولذلك فهي تحتاج فقط الى المعالجة بالهيدروجين لخفض نسبة محتوى الكبرين فيها . أما بالنسبة للديزل الناتج عن عمليات تفحيم زيت الغاز فإنه يكون ذومحتوى عال من المركبات العطرية ورقم سيتان منخفض، وبالتالي يكون هذا النوع من الديزل رديئاً.من جانب أخر يحتوي وقود الديزل الناتج عن عمليات المعالجة بالهيدروجين على محتوى كبريت منخفض جداً، ويمتاز برقم سيتان مرتفع مما يجعله ديزل ممتاز. يوضح الجدول (٥) أرقام السيتان لبعض المشتقات النفطية، التي يمكن مزجها في خليط وقود الديزل.

كما شهدت صناعة التكرير تغيرات عديدة لتواكب قوانين البيئة الصارمة الجديدة التي أدت إلى إضافة عمليات على مصافي النفط؛ لتنتج وقوداً مطابقاً للمواصفات والمقاييس، مثل إنقاص

المجموعة	النوع والاستخدام	الوصف
التخزين والنقل والتعبئة	مضافات لثباتية التخزين لمنع تكوين الاصباغ	مضادات الأكسدة مثل:ـ 2,6-Di-tert-buty1-4-methyl-phenol وأمينات ثانوية (٢٠ج م م)
	مثبطات التآكل	فوسفات الألكيل (١٥ج م م)
	مضافات لمنع تآكل خطوط الانابيب	إستيرات أو أملاح امينات الألكينيل أحماض السكسونيك، ألكيل حمض الفوسفود أو إيريل أحماض السلفونيك (١٥ج م م)
	مانعات الإستحلاب	عامل مانع الرطوبة (٥ ج م م)
	مضافات مانعة للرغوة	مخفض التوتر السطحي من السيلكون (١٠–٢٠ ج م م)
قبل الاحتراق	محسنات التدفق في الأجواء الباردة	خلات فينيل الإثيلين، إستر بولي أوليفين، بولي أميد (١٠٠–٥٠٠ ج م م)
	مبعثرات لتحجيم الجزيئات المتكونة	بولي أميدات، أمينات (٦٠–٨٠ ج م م)
	منظفات لإزالة ترسبات الكربون والأصماغ من حاقن الوقود	أمينات، أميدات، إميدازون (١٠٠–٢٠٠ ج م م)
الاحتراق	محسن رقم السيتان	نترات الألكيل مثل نترات الآيزو أوكتيل (٣٠٠ ج م م)
	محسن الاحتراق	مركبات عضوية لبعض الفلزات مثل (Ca,Mn,Fe)
	محسنات الترسبات	مخفضات رواسب الوقود غير المشتعلة
خفض الانبعاث	مخفضات انبعاثات احتراق الديزل	مركبات فلزية للإشتعال ، بولي إيثر

جدول (٤) مضافات وقود الديزل.

الكبريت والنيتروجين والمركبات العطرية باستخدام عملية الهدرجة.

تتطلب عملية الهدرجة استخدام محفزات يكون شكلها وحجمها ومساحتها السطحية مدروس بعناية، وتقوم بخفض تركيز الكبريت والنيتروجين والمركبات

اللقيم	رقم السيتان
مقطرات خفيفة غير معالجة (نطاق وقود الطائرات)	٣٥–٤٦
مقطرات متوسطة غير معالجة (نطاق الديزل)	٣٥–٦٠
مقطرات ثقيلة غير معالجة (زيت الغاز)	٤٦–٥٦
زيت دوار خفيف من التكسير الحفزي	١٤
نفثا ناتجة من التفحيم الشديد	٣٧
زيت غاز ناتج من التفحيم الخفيف	٤٠–٤٥
المتبقي من وحدة تجزئة التكسير الهيدروجيني	٤٢–٥٨

جدول (٥) أرقام السيتان لبعض مشتقات عمليات التكرير المختلفة.



مصفاة لتكرير البترول.

دليل الجودة	١٩٩٦-٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠٥	٢٠١٠
الكثافة القصوى	٠,٨٦٠	٠,٨٤٥	٠,٨٤	٠,٨٤-٠,٨٢
الكبريت (ج م م)	٥٠٠	٣٥٠	٥٠	≥١٠
رقم السيتان	٤٩	٥١	٥٣	<٥٥
قرينة السيتان	٤٦	٤٦	٥٠-٤٨	<٥٢
حجم التقطير (٩٥٪)	٣٧٠	٣٦٠	٣٦٠-٣٤٠	٣٤٠
العطريات (٪وزناً)	-	١١	١١-٣	≥٢
مجموع العطريات	-	-	-	≥١٥

جدول (٦) الخطة الزمنية لرفع جودة وقود الديزل.

العطرية لإنتاج وقود ديزل ممتاز من ناحية الرقم السيتاني، والثباتية، وانخفاض درجة الحرارة وكمية الكبريت.

خفض الكبريت

تتمثل الطرق التقليدية المتبعة في عملية إزالة الكبريت والنيتروجين بالهدرجة (Hydro Desulfurization- HDS) باستخدام كمية كبيرة من المحفزات التقليدية مع تغيير ظروف التفاعل؛ بإطالة عمر البقاء على سطح المحفز وتعزيز تفاعل الهدرجة، أو باستخدام خليط ذي تركيز منخفض من الكبريت. ومع ذلك فقد أصبح من الصعوبة بمكان تطبيق المواصفات الجديدة للوقود تحت ظل القوانين البيئية الصارمة باستخدام الطرق التقليدية، خاصة أن عملية إزالة الكبريت بالهدرجة، وكذلك إزالة النيتروجين ليست بالعملية السهلة. وتعد القوانين البيئية تحدياً جدياً لصناعة مصافي البترول، مما يستدعي السعي لتطوير تقنية مصافي البترول الجديدة؛ وذلك بإضافة وحدات من (HDS)، وتطوير محفزات تقليدية فعالة جداً، مثل: محفزات السلفيد، ومحفزات الكربيد والنيتريد، لتواكب المواصفات الجديدة.

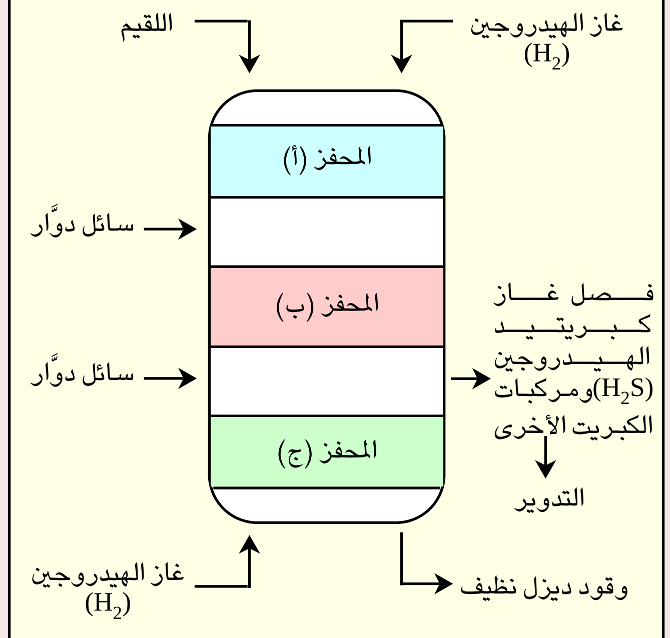
كما أن هناك أبحاثاً لإيجاد محفزات جديدة نشطة لنزع الكبريت من وقود الديزل مثل استخدام محفز (Co-Mo) المدعوم على الكربون أو على مركبين من أكاسيد (TiO_2-AL_2O_3) (Co-Mo).

كما تم التعرف على محفزات بكتيرية، لديها المقدرة على إنتاج وقود جازولين أو ديزل ذي محتوى كبريتي منخفض، ومازالت الأبحاث جارية لتقليص المحتوى الكبريتي في الوقود إلى أقل من (١٠) جزء في المليون في المستقبل القريب، جدول (٦).

من جهة أخرى لابد من التنبيه إلى أن الحصول على وقود ديزل ذي تركيز منخفض من الكبريت يؤدي لفقدان خاصية التزلق (Lubricity) للوقود، بسبب أن المعالجة تساعد على التزلق. ولذلك فلا بد من إضافة بعض المواد الخاصة بالتزلق للوقود.

خفض المركبات العطرية

يمكن إزالة المركبات العطرية عن طريق تشبعها بواسطة الهدرجة، مما يؤدي إلى رفع رقمها السيتاني بشكل ملحوظ، ولكن تحت ظروف تختلف عن تفاعل المعالجة بالهدرجة لإزالة الكبريت والنيتروجين، وذلك لأن المحفزات النشطة المستخدمة في تفاعل الهدرجة لإزالة المركبات العطرية يستخدم فيها عناصر نبيلة مثل: عنصر البلاتين التي تتسمم سريعاً عند تعرضها للكبريت أو النيتروجين الموجود في اللقيم، مما يؤدي إلى تثبيطها وشلل نشاطها، عليه فلا بد من إجراء عملية إزالة الكبريت والنيتروجين على محفزات السلفيد الخاصة بعملية المعالجة بالهيدروجين، ومن ثم إزالة المركبات العطرية باستخدام العناصر النبيلة كمحفزات، ولهذا الغرض فإنه يستخدم نماذج من المفاعلات الكيميائية متعددة الطبقات بحيث يوضع لكل طبقة محفز خاص، ويوضح شكل (١) نموذج المفاعل ثلاثي الطبقات والمسمى بمفاعل (SynSat/Synshift)،



نموذج لمفاعل ثلاثي الطبقات (SynSat/Synshift).

حيث يمر اللقيم المعالج بالهيدروجين خلال المحفز (أ) للتخلص من النيتروجين على هيئة غاز النشادر (NH_3)، وذلك نظراً لسمية مركبات النيتروجين على بقية المحفزات الأخرى، ثم ينتقل اللقيم إلى المحفز (ب) والخاص بعملية إزالة الكبريت من مركباته، وذلك بتحويله إلى غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وسحبه للخارج عن طريق الفاصل (غاز – سائل) وإعادة تدويره للاستفادة منه في الصناعات الأخرى، ثم يمر اللقيم من خلال المحفز (ج) للتقليل من المركبات العطرية، وإعطاء وقود ديزل نظيف، ويوضح جدول (٧) مخاطراً من تحسن على مزيج لقيم وقود الديزل قبل وبعد مروره خلال مفاعل (SynSat/Synshift).

أبخرة وقود الديزل

تطلق الآلات التي تستعمل وقود الديزل أدخنة من عوادمها بسبب ارتفاع حدود درجة الغليان، مشكلة أضراراً صحية وبيئية واقتصادية. تنبعث هذه الأدخنة –الهيدروكربونات وغاز أول أكسيد الكربون (CO)– نتيجة الاحتراق غير المكتمل للوقود، كما تنبعث أبخرة أكاسيد النيتروجين مثل (NO_2 , NO , N_2O , NOx)، عند درجات الحرارة العالية حوالي ١٣٧٠ْم.

الخواص	اللقيم	المنتج
الجاذبية (API)	٢٥,٠	٣٣,١
الكبريت(ج م م)	١٥١٥٠	٢
النيتروجين (ج م م)	٦٣١	١>
العطريات (٪ وزناً)	٦٤,٧	٣٤,٣
قرينة السيتان (D-976)	٣٤,٢	٤٣,٧
مردود السائل باللقيم (٪حجم)	–	١٠٣,٥

جدول (٧) مقارنة اللقيم قبل وبعد مروره على المفاعل (Synsat/Synshift).



مجالات استخدام الديزل الحيوي.

ولتقليل هذه الانبعاثات، هناك أربع طرق:

١– تطوير كفاءة المحركات لحرق الوقود كاملاً.

٢– استخدام المرشحات لتصفية الجزيئات الصغيرة المنبعثة من العوادم.

٣– تقليل تركيز الكبريت والنيتروجين والمركبات العطرية.

٤– استخدام وقود ديزل معالج أو وقود ديزل مصنع مثل الديزل المؤكسد أو الديزل الحيوي.

وقود الديزل البديل

يعتبر أمر تطوير وقود ديزل بديل ـ غير ضار بالبيئة ـ أمراً ملحاً، وفي غاية الأهمية، كما أنه يساعد على تلبية الاحتياج المتزايد من الوقود في المستقبل وذلك من خلال تنويع مصادره، ومنها :

القطارة المتوسطة لغاز التصنيع

هي عملية تحويل غاز التصنيع إلى وقود سائل باستخدام طريقة **فيشر–تربش** والتي تقوم على تحضير غاز التصنيع من الغاز الطبيعي ثم إمراره على محفزات الحديد (Fe) أو الكوبلت (Co) لإنتاج خليط من برافينات عالية وهيدروكربونات سائلة نظيفة.

ثنائي ميثل الإيثر

تعتبر هذه المادة وقوداً بديلاً لمحركات الديزل، وهي مادة لا لون لها وغير سامة، ولها رقم سيتاني أعلى من ٥٥، ودرجة اشتعال ٢٣٥ْم، ويمكن تصنيعها من الميثانول بواسطة التفاعل الحفزي للنزع بالهدرجة.

الديزل الحيوي

الديزل الحيوي عبارة عن إسترات ناتجة من تفاعل الزيوت النباتية والشحوم الحيوانية مع الأغوال (الكحولات)، وذلك باستخدام محفزات حامضية. ويتميز الديزل الحيوي بأنه خال من الكبريت والمركبات العطرية، ويحتوي على ١١٪ أكسجين ويمكن استخدامه كجزء من خليط وقود الديزل الاعتيادي، مثل وقود الديزل (B_{20}) والذي يتكون من ٢٠٪ ديزل حيوي و ٨٠٪ وقود الديزل، ويستخدم للشاحنات الثقيلة.

المراجع

1. “Chemistry of Diesel Fuels” **Chunshan Song, Chang S. Hsu, and Isao Mochida,** Applied Energy Technology Series, Taylor & Francis, 2000.

2. “Evoluation of Refining and Petrochemicals” **Christian Marcilly**, Studies in Surface and Catalysts 135, 37, 2001.

3. “Handbook of Heterogeneous Catalysis” **G.Ertl,H.Knozinger, J. Weitkamp,** Vol.4, 1801, 1997.

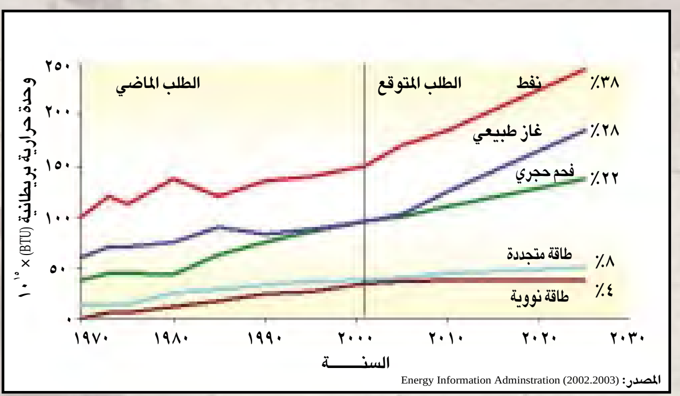
٤– تقارير سنوية لشركة أرامكو السعودية للفترة من ١٩٩٨م إلى ٢٠٠٣م.



الفحم الحجري صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، يتكون من خليط معقد من المواد الكيميائية، حيث يحتوي على الكربون والأكسجين في ترابط كيميائي مع كميات قليلة من الكبريت والنيتروجين، كما يوجد معه كمية من الرطوبة وبعض الفلزات، ينتج عن احتراق الفحم طاقة حرارية يمكن استخدامها في تدفئة المنازل وإنتاج الكهرباء. ويعد إنتاج الكهرباء هو الاستخدام الأساس للطاقة الحرارية الناتجة عن حرق الفحم الحجري، كما يستخدم في إنتاج فحم الكوك ذي الاستخدامات المتعددة في الصناعة.

يعد الفحم الحجري مصدراً مهماً للطاقة، حيث يستخدم في إنتاج حوالي ٢٣٪ من احتياجات العالم من الطاقة، وهو يستخدم بشكل أساس لإنتاج ٧٠٪ من الفولاذ و٣٨٪ من الكهرباء عالمياً، ونظراً لأنه أكثر مصادر الطاقة الأحفورية وفرة؛ فإن خبراء الطاقة يتوقعون أن يبقى كذلك لفترة طويلة، شكل(١).

وبالرغم من هذه الاستفادة العظمى من الفحم إلا أن له أضراراً كثيرة، منها: أنه عند استخدامه للحصول على الطاقة فإنه ينتج حوالي ٩بلايين طن سنوياً من غاز ثاني أكسيد الكربون، ٧٠٪ منها من محطات توليد الكهرباء. وتذكر تقديرات أخرى أن ثاني أكسيد الكربون المنطلق من محطات توليد الكهرباء يشكل ثلث ثاني أكسيد الكربون في الجو.

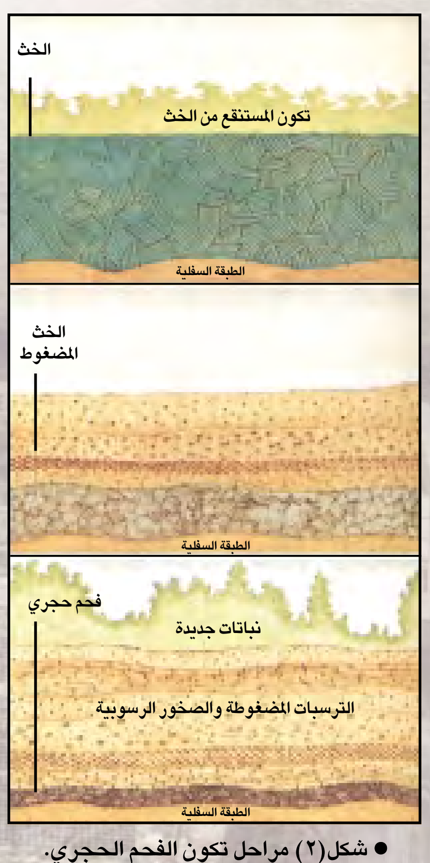


● شكل(١) الطلب العالمي لمصادر الطاقة.

تكـــوّن الفحـــم

تكوَّن الفحم من بقايا نباتات ماتت ودفنت قبل مئات الملايين من السنين، ولهذا يعد وقوداً أحفورياً، حيث يعتقد العلماء أن بعض النباتات نمت في مستنقعات وماتت فيها فشكلت مادة النبات تلك طبقة سميكة فوق قاع المستنقع ثم أخذت ـ مع مرور الزمن ـ تتصلب وتتحول إلى مادة أخرى تسمى الخث (Peat) ـ نسيج نباتي متفحم ـ حيث اندفنت رواسبها تحت الرمال والمعادن الأخرى، فتعرضت بذلك إلى ضغط هائل وحرارة عالية أدت إلى تحولها إلى صخر يشبه حجر الرمل والطفل، ومع توالي تشكل الطبقات الرسوبية عليها تحول الخشب إلى فحم حجري، ولذا يطلق لفظ الصخور الرسوبية على كل من الفحم الحجري والحجر الرملي والصخور الأخرى التي تشكلت من مواد رسوبية، شكل (٢).

مَرّ تكوّن الفحم الحجري بعدة مراحل بدأت باللجنيت وانتهت بالأنثراسيت. حيث يزداد محتواه من الكربون، ويقل محتواه من الأكسجين والهيدروجين خلال السلسلة من اللجنيت إلى الأنثراسيت. ويؤدي اختلاف الحرارة والضغط أثناء مرحلة التفاعل الكيموجيولوجية (Geochemical) إلى تطور الفحم إلى تلك الاختلافات في أنواع الفحم الحجري وليس بسبب نوع النبات الذي تكون منه الفحم.



● شكل(٢) مراحل تكون الفحم الحجري.

● **اللجنيت**

ينتج عن المرحلة الأولى من تكون الفحم الحجري فحم نباتي داكن اللون يسمى اللجنيت، وهو عبارة عن خشب متمعدن.

● **الفحم شبه القاري**

يتكون نتيجة لتعرض اللجنيت لضغط شديد من المواد التي تعلو ترسباته، وكذلك نتيجة لتأثيرات الحركات الداخلية للقشرة الأرضية فإنه يتحول إلى فحم أكثر صلابة يسمى الفحم شبه القاري.

● **الفحم القاري**

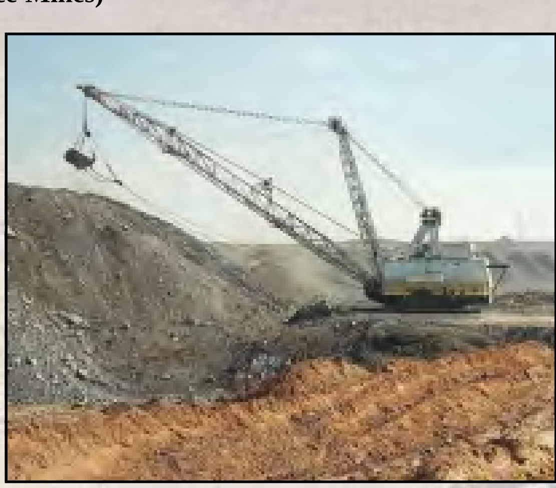
نتيجة لتعرض الفحم شبه القاري إلى ضغط شديد وحرارة عالية فإنه يتحول إلى فحم أكثر صلابة وقوة يسمى الفحم القاري.

● **فحم الأنثراسيت**

يعد فحم الأنثراسيت أكثر أنواع الفحم الحجري صلابة، ويتشكل نتيجة لتعرض الفحم القاري لضغوط بالغة الشدة. ومن الجدير بالذكر أن فحم الأنثراسيت هو أقدم أنواع الفحم بينما يكون فحم اللجنيت أحدثها.

طرق استخراج الفحم

يستخدم عمال مناجم الفحم معدات ضخمة لإزالة الفحم من الأرض، وتصنف الطرق المستخدمة لاستخراج الفحم إلى طريقتين هما: المناجم السطحية والمناجم تحت السطحية.



● منجم سطحي.

وذلك بحسب بعد أماكن وجود الفحم عن سطح الأرض.

● **المناجم السطحية**

المناجم السطحية هي المناجم التي يوجد فيها الفحم الحجري على عمق قريب من سطح الأرض يتراوح ما بين ٣٥ إلى ٧٠متر. وتعد مناجم الولايات المتحدة للفحم الحجري من أشهر المناجم السطحية في العالم حيث يأتي معظم ـ الثلثين ـ الفحم المنتج من هذه المناجم.

يستخرج الفحم من المناجم السطحية عن طريق إزالة الطبقات الرسوبية والصخرية (Overburden) التي تعلو طبقة الفحم، بواسطة الجرافات والغرافات وغيرها من المعدات الثقيلة، ثم تفتت عروق الفحم بواسطة المتفجرات.

تستخدم في هذا النوع من المناجم كابلات السحب (Dragline) والجرافات، والبلدوزرات، والعجلات المسننة التي تعمل الشقوق، وشاحنات النقل الضخمة، وفي حالة المناجم الكبيرة فإن كيابل السحب تزيل المواد التي تعلو الفحم، بينما تقوم الجرافات بتحميل الفحم على الشاحنات. أما في المناجم الصغيرة فتستخدم الجرافات فقط لإزالة الطبقات التي تعلو الفحم، ثم ينقل الفحم إلى خارج المنجم.

يوجد عدة أنواع من المناجم السطحية، هي:

* **المناجم السطحية المساحية (Area Surgace Mines):** وتوجد عادة في الأراضي المستوية. تتكون هذه المناجم ـ عادة ـ من سلسلة قطوع يتراوح عرض كل منها ما بين ٣٠ إلى ٦٠ متراً، وفيها تستخدم المواد الصخرية المستخرجة من الحفرة الثانية في دفن الحفرة الأولى.

* **المناجم المتعرجة (Contour mines):** وتوجد في المناطق الجبلية حيث يتم متابعة عروق الفحم على طول



● شاحنة ضخمة لنقل الفحم من المنجم إلى أماكن الإستخدام.

جوانب التل (المرتفع). وحينما يكون إستخراج الفحم من المنجم مكلف للغاية فإنه يمكن استخراج كمية إضافية منه عن طريق العمال بواسطة عمل الثقوب والجدر العالية.

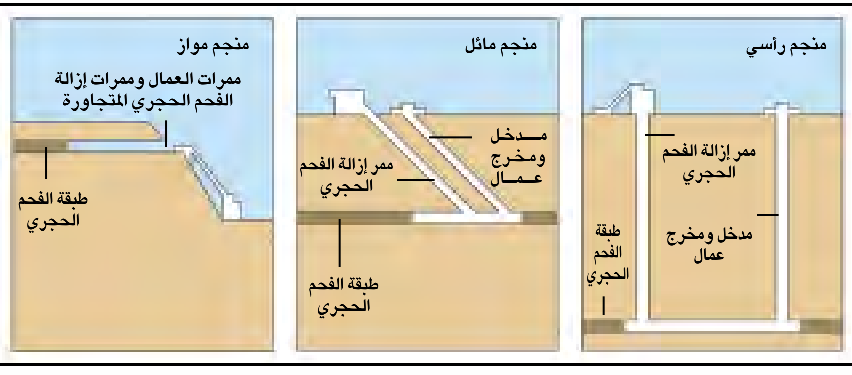
* **مناجم الحفرة المفتوحة (Open Pit Mining):** وتستخدم عادة عندما تكون عروق الفحم سميكة، حيث يمكن الوصول إلى عمق يصل إلى عدة مئات من الأمتار.

● **المناجم تحت السطحية**

المناجم تحت السطحية هي المناجم التي يتواجد فيها الفحم على بعد أكثر من ٧٠متراً من سطح الأرض. يعد التعدين في هذه المناجم أكثر خطورة من المناجم السطحية، فقد يتعرض العمال للإصابة أو الموت بسبب انهيارات الكهوف والصخور الساقطة وحوادث التفجير والغازات السامة، ولذلك ففي هذا النوع من المناجم يكون الاهتمام كبيراً بوسائل السلامة. كما يجب أن تصمم المناجم تحت السطحية بشكل يوفر الحماية والسلامة للعاملين.

تتطلب المناجم تحت السطحية أيد عاملة أكثر من المناجم السطحية، كما أن الميكنة فيها متقدمة وتقوم بدور كبير في استخلاص واستخراج الفحم الحجري.

تتميز المناجم تحت السطحية بوجود نفقين يصلان إلى طبقة الفحم الحجري، أحدهما يستخدم لنقل المعدات والعمال والآخر لنقل الفحم، وكلاهما يؤدي وظيفة التهوية.



● شكل(٣) أنواع المناجم تحت السطحية.

* **أقسام المناجم تحت السطحية:** ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام، شكل (٣) هي:

ـ **المناجم الرأسية:** وتتميز بوجود مداخل عـمـودية تصل بين سطح الأرض وبين عروق الفحم، وتزود عادة بمصاعد لحمل العاملين ومعداتهم إضافة إلى تهوية المنجم.

ـ **المناجم المائلة:** وفيها تشق الممرات بشكل مائل، بحيث تتبع جانب التل حتى تصل إلى الفحم.

ـ **المناجم الموازية:** وتستخدم لاستخراج الفحم المطمور داخل التل أو الجبل.

* **أنظمة الحفر:** تتم عملية الحفر في المناجم تحت السطحية على نظامين هما:

ـ **نظام الحجرة والعمود:** ويتم فيها إبقاء أعمدة من الفحم لكي تسند سقف المنجم حتى لايقع، ويتم ذلك بحفر عدة أنفاق طويلة ومتوازية في عرق الفحم يطلق عليها الممرات الرئيسة، حيث يفصل بين كل ممر وآخر حائط من الفحم يتراوح عرضه ما بين ١٢ إلى ٢٤ متراً. بعد ذلك يجري قطع الجدار المحصور بين ممرين إلى مربعات أو مستطيلات يبلغ طول كل منها ١٢–٢٤ متراً.

يقوم عمال المناجم ـ أيضاً ـ بحفر ممرات فرعية متعامدة مع المداخل الرئيسة ومخترقة لعروق الفحم الحجري. تتكون هذه الممرات الفرعية من ثلاثة ممرات متوازية أو أكثر. بعد ذلك يتم عمل قطوع في جدران تلك الممرات تصل بين ممرين فرعيين متجاورين، مما يؤدي إلى تشكيل أعمدة من الفحم تدعم سقف المنجم، شكل(٤). يستمر العمال بعمل ممرات وحجرات وأعمدة إلى أن يصلوا إلى نهاية المنجم، بعد ذلك يقومون بإزالة الأعمدة بطريقة تراجعية، أي يبدأون من الداخل إلى الخارج، مما يؤدي إلى سقوط سقف المنجم تدريجياً لوقاية العمال من أن يحتجزوا داخله أو يصابوا بأذى من سقوط السقف عليهم.

تتمثل مهمة الأعمدة المكونة من الفحم في دعم الغطاء الصخري فوق المداخل، كما يجب تثبيت أسقف هذه المداخل بالقضبان الحديدية المزودة بصواميل، حيث يقوم العمال بحفر ثقوب في السقف بعمق يتراوح ما بين ٠,٩ إلى ١,٨م، ثم يضعون فيها مسامير أو قضبان طويلة، ثم يثبتون النهاية الحرة لها مع السقف بصامولة تخترق القضبان طبقات صخور الغطاء الصخري فوق المداخل، فتربطها بعضها مع بعض، فتؤدي إلى تماسكها وعدم انهيارها. وهكذا يستمر العمال بتنفيذ نفس العملية مع جميع المداخل الرئيسة للمنجم.

ولتسهيل عملية نقل الفحم المنتج فإنه يتم تركيب سكة حديدية أو حزام متحرك. حيث يمكن أيضاً استخدام سكة الحديد لانتقال العمال بين أرجاء المنجم المختلفة.

يجب إنشاء ـ في هذا النوع من المناجم ـ بعض التسهيلات والخدمات مثل دورات المياه، وقنوات تصريف المياه، وأنابيب سحب الغاز، وأنابيب للهواء المضغوط، وكابلات الكهرباء.

تستخدم طريقة الحجرة والعمود في التعدين طريقتين هما:

١– **الطريقة التقليدية:** وقد كانت تمارس بشكل واسع خلال الثلاثينات من القرن العشرين، حيث حلت محل الطرق البدائية الأولى التي كانت تقلع الفحم يدوياً. تتكون هذه الطريقة من خمس مراحل ينفذ كل منها بواسطة فرق متخصصة ومنفصلة عن الفرق الأخرى، وهي:–

(أ) تقوم آلة مكونة من مجموعة من الأقراص المسننة كالمنشار بعمل شق عميق على طول قاعدة واجهة عرق الفحم.

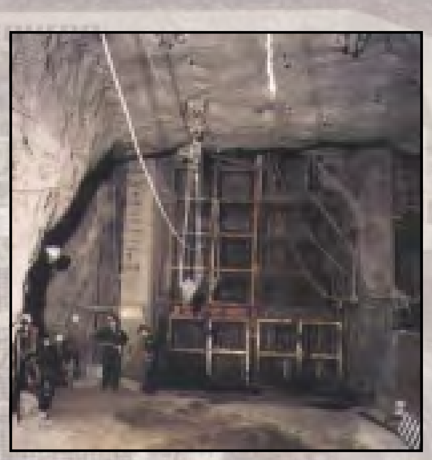
(ب) تقوم آلة أخرى بحفر عدة ثقوب في ذلك الشق.

(ج) يحشى كل ثقب بالمتفجرات، وعند تفجيرها يتبعثر الفحم الحجري.

(د) تقوم آلة بتجميع الفحم المتناثر وتحميله على عربة أو سيور متحركة.

مداخل فرعية
آلات تعدين
عربة متحركة داخل الحجرة
حواجز معدنية للتحكم في تدفق الهواء
سيارة مكوكية
مداخل رئيسة
سكة حديدة لنقل الفحم

● شكل(٤) استخراج الفحم بطريقة الحجرة والأعمدة.



● الطريقة التقليدية للتعدين.

(هـ) يقوم عمال المناجم بعد ذلك بوضع المسامير لحماية السقف من السقوط.

٢– طريقة التعدين المتواصل: وهي الطريقة الشائعة الآن في بعض الدول، حيث يستخدم فيها آلات خاصة يطلق عليها الآت التعدين المستمر (Continuos mining)، فتقوم بنحت الفحم الحجري من واجهات عروق الفحم بكفاءة وسرعة عاليتين، حيث تقوم آلة يديرها عامل واحد فقط باقتلاع حوالي ١١ طناً مترياً في الدقيقة الواحدة، إضافة إلى قيامها بتحميل الفحم المستخلص على عربات أو سيور متحركة تنقلها إلى عربات أخرى من المداخل الرئيسة.

ـ نظام الحائط الطويل: ويتمثل هذا بشق أنفاق شبيهة بتلك المرات المعمول بها في نظام الحجرة والعمود، يتراوح طولها ما بين ٩٠ إلى ٢١٠ متراً، فيتم تعدين الفحم من واجهة واحدة من عرق الفحم، حيث يحرك عمال المنجم آلة القطع ذهاباً وإياباً على تلك الواجهة، وبعد أن يتم استهلاك واجهة عرق الفحم الحجري التي يتراوح طولها ما بين ١٢٠٠ إلى ١٨٠٠م فإن الآلة تنتقل إلى واجهة أخرى إلى أن يتم استخراج أكبر كمية من الفحم تصل إلى ٩٠٪ من محتواه.

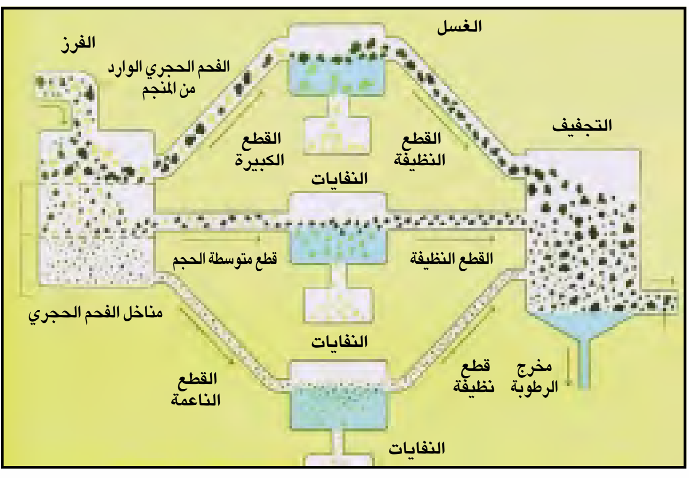
ظهر هذا النوع من التعدين في أوروبا، حيث تكثر المناجم تحت السطحية العميقة وبالتالي يزداد ضغط الغطاء الصخري، ولذا فإن نظام الحائط الطويل يخفف من تأثير الضغط، فيبقى السقف فوق المدخل الرئيس، وفوق واجهة الحائط الطويلة.

تنظيف الفحم

يحتوي الفحم المستخرج من المنجم على شوائب غير مقبولة لكثير من جهات استهلاكه مثل مصانع فحم الكوك،



● نظام الدعم في الحائط الطويل.



● شكل(٥) طريقة تنقية الفحم الحجري.

ومحطات توليد الكهرباء، ولهذا يجب تنقيته قبل عرضه للبيع.

يتم تنظيف الفحم الحجري في معامل تجهز خصيصاً لهذا الغرض في مواقع الإنتاج، وتتضمن ثلاث خطوات رئيسة، شكل (٥) هي:–

● الفرز

يتم فرز الفحم بواسطة المناخل إلى ثلاث مجموعات حسب حجوم قطع الفحم الحجري.

● الغسل

يتم سحب كل مجموعة على حدة عبر أنابيب إلى جهاز غسيل مستقل حيث يتم مزجها بالماء، فيستقر الفحم المخلوط بالشوائب في القاع؛ لأنه أثقل من الفحم النقي، ومن ثم يتم استبعادها.

● التجفيف

تتم عملية تجفيف الفحم الحجري النقي بواسطة الهزازات أو نافثات الهواء الساخن، وبذلك يصبح الفحم الحجري جاهزاً للشحن إلى المشتري.

السلامة في المناجم

كان العمل في مناجم الفحم خطراً جداً، حيث تتسبب الحوادث في وفاة آلاف العمال سنوياً، أو إصابتهم بإعاقات مختلفة، مما حدى بالحكومات إلى سَنّ التشريعات والمعايير التي توفر الحد الأدنى من إجراءات الصحة والسلامة للعاملين وأرباب العمل على حد سواء، ولهذا تناقصت الحوادث بشكل كبير وصل في بعض الأحيان إلى ٨٥٪.

من أهم الأخطار والحوادث التي يتعرض لها العاملون في مناجم الفحم مايلي:–

● حوادث الآلات

وجد أن حوادث الآلات تقتل عدداً من العمال سنوياً يفوق ما تسببه الأخطار الأخرى، حيث يحدث معظمها في المناجم السطحية بعكس العمل في المناجم تحت السطحية؛ وذلك نتيجة لوجود المرات الضيقة والإضاءة الخافتة مما يجعل العمال أكثر حذراً.

● انهيارات الأسقف

يمكن تلافي انهيارات الأسقف بدرجة كبيرة باستخدام الدعامات، بحيث يضع لها المهندسون خطة تدعيم مناسبة بعد دراسة وافية لوضع المنجم وتكوينات الصخور المحيطة بطبقة الفحم الحجري، بحيث تشتمل تلك الخطة على عدد من الأعمدة والقضبان ومسامير التثبيت.

● تجميع الغازات

يؤدي تجمع الغازات إلى أضرار جسيمة على صحة العاملين، ويعد غاز الميثان وأول أكسيد الكربون أشد الغازات ضرراً على صحة العاملين، لأن غاز الميثان قابل للانفجار، فقد يؤدي وجود كمية تتراوح ما بين ٥ إلى ١٥٪ من غاز الميثان مع الهواء إلى حدوث انفجار شديد، أما غاز أول أكسيد الكربون فهو غاز سام جداً يؤدي إلى الوفاة إذا وجد بتراكيز عالية.

ويمكن التقليل من خطر تراكم الغازات بتركيب مراوح تهوية على سطح المنجم تعمل على سحب الغازات إلى خارجه، إضافة إلى

تركيب كاشفات آلية لغاز الميثان، ويجب إغلاق المنجم مؤقتاً إذا زادت نسبة غاز الميثان عن ٢٪.

● غبار الفحم الحجري

يؤدي استنشاق غبار الفحم الحجري بكميات كبيرة ولمدة طويلة إلى الإصابة بمرض الرئة السوداء، وهذا يؤثر على تنفس المصاب، وقد يؤدي إلى الوفاة، وقد ذهب ضحيته آلاف العمال. كما أن تركيزه قد يؤدي إلى الانفجار.

يمكن تلافي الأخطار الناجمة عن غبار الفحم الحجري وتقليلها بالتهوية الجيدة للمنجم، ورش مسحوق حجر الجير فوق الأسطح المكشوفة، ورش واجهات المنجم الحجري بالماء لتثبيت الغبار.

استخدامات الفحم الحجري

تتباين أنواع الفحم الحجري كثيراً من حيث محتواها من الرطوبة وتركيبها الكيميائي، إذ إن تركيبها الكيميائي ليس ثابتاً، بل تعتمد على محتواها من العناصر وعلى هذا تختلف طريقة استخدامها.

تعد الفحوم القارية أكثر أنواع الفحم وفرة واستخداماً، وهي ذات طاقة حرارية أعلى من الطاقة الحرارية التي تنتجها الأنواع الأخرى. ومن أهم استخدامات الفحم الحجري بشتى أنواعه مايلي:

● منتجات كيميائية و غاز وقود

يتم تصنيع بعض المنتجات الكيميائية وغاز الوقود بواسطة عملية التفحيم، وهي عبارة عن تفكيك الفحم الحجري عند درجات حرارة أعلى من ٣٠٠ْم في غياب الهواء حيث يزداد تحلله بارتفاع درجة الحرارة التي قد تصل إلى ١١٠٠ْم لينتج الكربون على شكل فحم كوك وغازات متعددة ومنتجات تحلل سائلة، كما هو مبين في المخطط المبسط التالي:-

الفحم الحجري ٩٠٠ْ-١١٠٠ْم
- ← كوك
- ← غاز الإضاءة
- ← بنزول ← فينول
- ← قطران الفحم الحجري ← بنزين، تولوين، نفثالين، انتراسين، فينول، كريزولات، زايلينولات، بيريدين

● مخطط منتجات تفحيم الفحم الحجري.

الجدير بالذكر ان غاز الإضاءة (المدينة) يتكون من حوالي ٢٣٪ ميثان و ٤١٪ هيدروجين وغازات أخرى مثل النتروجين وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون مركبات هيدروكربونية.

من جانب آخر أدى توفرالغاز الطبيعي وتطور أنتاجه من اجزاء النفط إلى جعل الطبيعي جعل انتاج غاز المدينة بتفحيم الفحم الحجري غير مرغوب فيه اقتصادياً في أقطار متعددة.

● وقود

يستخدم الفحم كوقود بشكل واسع لوفرته وإنتاجه لطاقة حرارية عالية، ولكن هناك بعض العيوب التي تحد من استخدامه كوقود، وهي احتوائه على بعض الشوائب مثل عنصر الكبريت ومعادن أخرى تتحد مع أكسجين الهواء عند الاحتراق مكونة غاز ثاني أكسيد الكبريت السام وبعض أكاسيد الفلزات.

تحتوي بعض الفحوم علي نسبة أقل من ١٪ من عنصر الكبريت، وهذه يمكن حرقها دون أن تطلق كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكبريت. أما إذا كانت تحتوي على نسبة أعلى من ١٪ من الكبريت فإنها تسبب تلوثاً خطيراً للهواء إذا أحرقت بكميات كبيرة دون الأخذ بتدابير الأمان المناسبة؛ ولذلك لا يوصى باستخدام الفحم الحجري كوقود بشكل واسع لصعوبة أخذ تلك التدابير والاحتياطات لمنع التسمم بالغازات المتصاعدة عند احتراقه.

● إنتاج الكهرباء

يتركز استخدام الفحم الحجري كوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية. حيث تستخدم القوة البخارية الناتجة عن تسخين المياه في إدارة العنفات التي تدير بدورها المولدات الكهربائية.



● معمل إنتاج فحم الكوك.

● التدفئة

يستخدم الفحم الحجري بكثرة في بعض مناطق قارتي آسيا وأوروبا في تدفئة المنازل والمباني الأخرى، وقد حل الغاز والنفط محل الفحم الحجري في التدفئة، ولكن ارتفاع تكلفة الغاز والنفط أدت ببعض المصانع والمباني التجارية إلى العودة لاستخدام الفحم الحجري. ونظراً لأن الفحم القاري أقل تكلفة فقد إستخدمته المصانع والمحلات التجارية في التدفئة مع أن إنتاجه من الطاقة الحرارية أقل من فحم الأنثراسيت.

ومع أن فحم الأنثراسيت أكثر تكلفة من الفحم القاري إلا أنه يستخدم في تدفئة المنازل لأنه أكثر نظافة.

● الصناعة

استخدم الفحم الحجري في الأزمنة الماضية للحصول على الطاقة اللازمة لصناعات كثيرة تتراوح ما بين الزجاج إلى الأطعمة وصناعة الورق التي لازالت معظم المصانع تستخدمه كمصدر للطاقة.

● إنتاج فحم الكوك

يستخدم الفحم الحجري كمادة خام في صناعة بعض المواد مثل فحم الكوك، حيث يسخن الفحم الحجري القاري بمعزل عن الهواء في فرن محكم الإغلاق إلى درجة حرارة تصل إلى ١١٠٠ْم، فيحول ذلك دون احتراق الفحم إلا أن بعض الأجسام الصلبة في الفحم الحجري تتحول إلى غازات، والباقي هو فحم الكوك، وهو عبارة عن كتلة صلبة على هيئة زبد مطلقاً من الكربون الخالص تقريباً.

يجب أن يحمل الفحم المخصص لإنتاج فحم الكوك خصائص معينة، مثل احتوائه على قليل من الرماد والكبريت، وهذه تتوفر عادة في أنواع خاصة من الفحم القاري فقط.

تلحق عادة مصانع فحم الكوك بمصانع الفولاذ، حيث يحرق خام الحديد مع فحم الكوك وحجر الجير، وذلك لتحويل خام الحديد إلى حديد نقي، ويطلق على هذه العملية اسم الكربنة. يتنج عن عملية الكربنة هذه غاز النشادر السائل وقطران الفحم الحجري، كما أن بعض الغازات المتبقية تتحول إلى زيت خفيف.

تُسْتَخْدم النشادر وقطران الفحم والزيت الخفيف في إنتاج الأدوية والأصباغ والأسمدة. أما قطران الفحم فيستخدم في أعمال أسطح المنازل ورصف الشوارع، بينما يستخدم غاز فرن الكوك كوقود في أفران إنتاج فحم الكوك.

● إنتاج غاز الإصطناع

يتم إنتاج غاز الإصطناع مباشرة من خلال عملية التغويز (Gasuos) بدون عملية الكربنة، وذلك بحرق فحم الكوك في وجود الهواء المضغوط أو البخار، عند درجة حرارة ٧٥٠–١١٥٠م.

الجدير بالذكر أن غاز الإصطناع هو عبارة عن مزائج من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، وهو يستخدم كمصدر للهيدروجين وصناعة النشادر والميثانول ومركبات هيدروكربونية و أكسجينية.

يستخدم غاز الإصطناع في بعض عمليات الصناعة، وفي إنتاج أنواع من الوقود السائل المتميز بطاقته الحرارية العالية، ولكن تكلفة إنتاجه من الفحم الحجري عالية، ولايزال الباحثون يعملون على إيجاد طرق أقل كلفة وأقل تعقيداً.

التحكم في مخلفات الفحم

يؤدي حرق الفحم في محطات توليد الكهرباء وغيرها إلى تصاعد مخلفات عديدة، يجب التحكم فيها، أو على الأقل أخذها بالحسبان للتقليل من الأضرار الناجمة عنها. ولذلك فإن ما يسمى بتقنيات الفحم النظيف كانت من الأشياء التي تمت مناقشتها في عدة مؤتمرات عند نهاية القرن العشرين بما فيها التسخين الجوي الناتج عن تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون. ونتيجة لذلك تمت صياغة عدد من العناصر والمواد التي اتفق عليها منذ عدة سنوات، ومن أهمها مايلي:

١– التزام الدول المستخدمة للفحم بغسله، وذلك لتقليل تصاعد الرماد وأكاسيد الكبريت.

٢– التزام الدول بوضع مصائد كهروستاتيكية ومرشحات قماشية على مداخن المصانع مما قلل من الرماد والغازات المتصاعدة بنسبة تصل إلى ٩٩٪.

٣– التزام الدول بإزالة الكبريت من الفحم مما قلل من تصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت بنسبة تصل إلى ٩٧٪.

٤– زيادة كفاءة محطات توليد الكهرباء للتقليل من انطلاق الغازات الضارة.

المصدر

١ـ الموسوعة العربية العالمية
2-http://www.bydesign.com/fossilfuels/links/html/coal.html
-http://www.umwa.org/mining/suremine.shtml
-http://www.umwa.org/mining/ugtype.shtml
-http://www.umwa.org/mining/surequip.shtml

الغطاء النباتي وغاز الميثان

أشارت دراسات مختبرية أن العديد من أنواع النباتات يمكن أن يصدر عنها غاز الميثان بكميات كبيرة ، وهو أمر لم يكن متوقعاً، بل مستحيلاً في السابق حسب مايرى العديد من العلماء.

يعد الميثان وكذلك ثاني أكسيد الكربون من الغازات التي تحجز الحرارة في الغلاف الجوي للأرض ، ويرى **فرانك كبلر** **(Frank Keppler)** – كيمو جيولجي في معهد ماكس بلانك للفيزياء النووية في ألمانيا – أن العلماء منذ عهود مضت لم يدرجوا الغطاء النباتي ضمن مصادر إنتاج غاز الميثان ، حيث إن المصادر الرئيسة له كانت تشمل تفاعل البكتيريا مع الجهاز الهضمي للمجترات مثل الأبقار ، وكذلك تفاعلها مع التربة المشبعة بالماء في المستنقعات ، وزراعة الأرز.

ويضيف **كبلر** أن اكتشافهم للنباتات ـ بدءاً من الحشائش وانتهاء بالأشجار ـ كمصدر لإنتاج الميثان، يعد أمراً غريباً لأن أغلب العلماء كانوا يعتقدون أن إنتاج الميثان يحتاج إلى بيئة خالية من الأكسجين.

قام **كبلر** ومجموعته بفحص الغازات المنبعثة من أنواع مختلفة من النباتات ومخلفاتها تحت ظروف الأكسجين الجوي ، حيث اتضح أن جرام واحد من نباتات جافة مثل الأوراق الساقطة عند درجة حرارة ٣٠م انبعث منه ثلاثة نانوجرامات من الميثان لكل ساعة . وعند زيادة درجة الحرارة حتى ٧٠ م فإن انبعاث الميثان يتضاعف لكل ١٠ زيادة في درجة الحرارة ليصبح ٦ نانوجرام عند درجة حرارة ٤٠م ثم ١٢ نانوجرام عند درجة حرارة ٥٠م وهكذا حتى ٧٠ ليصبح ٤٨ نانوجرام.

إضافة لذلك أظهرت دراسة **كبلر** وزملائه: أن النباتات النامية في ظروف طبيعية من حيث درجة الحرارة والضغط الجوي انبعثت منها كميات كبيرة من غاز الميثان حتى وصلت إلى ٣٧٠ نانوجرام لكل جرام في الساعة ، بل إن هذه الكميات تضاعفت إلى أكثر من ثلاث مرات في حالة تعرض هذه النباتات – سواء كانت نامية أو ميتة – لأشعة الشمس.

تم إجراء تجارب **كبلر** ومجموعته داخل غرف محكمة الغلق مزودة بكميات محددة من الأكسجين تعادل الأكسجين الجوي ، ولذلك فمن المؤكد عدم وجود البكتيريا اللاهوائية التي تنتج الميثان ، فضلاً عن ذلك أظهرت التجارب التي أجريت على نباتات نامية في الماء بدلاً من التربة وجود انبعاث لغاز الميثان، مما يؤكد أن الميثان قد أتى من النباتات وليس من الكائنات الموجودة في التربة.

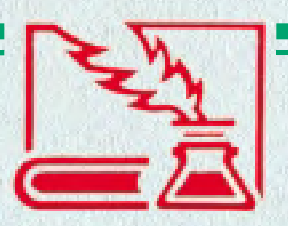
ووفقاً لمعلومات **كبلر** ومجموعته ، فإن كمية الميثان المنبعثة من النباتات في الكرة الأرضية تقدر بأكثر من ١٥٠مليون طن متري في العام ، أي حوالي ٢٠٪ من الكمية التي تنطلق إلى الجو ، ويرى **ديفيد لو** **(David C. Lowe)**– أخصائي كيمياء الغلاف الجوي في نيوزيلندا– أن أحد الأسباب التي دعت العلماء عدم اعتبار النباتات كمصدر لغاز الميثان أن قوانين الديناميكا الحرارية (Thermodynamics) لاتسمح بإنتاج الميثان في وجود الأكسجين، ولكن يمكن تفسير هذه الظاهرة بأن هناك العديد من النباتات التي قد تنتج مركبات هيدروكربونية متطايرة محدثه ضباب ودخان.

من جانب آخر ترى **جنيفر كنج** **(Jennifer King)** من جامعة مينسوتا أن هذه الدراسة جديرة بالاهتمام ، لأن هناك كائنات دقيقة في التربة يمكنها استهلاك غاز الميثان المنتج بواسطة النباتات وبالتالي تمنع وصوله إلى الغلاف الجوي ، وتضيف **كنج** أن هذا الأمر يحتاج لدراسة.

ويذكر **جون ميلر** **(John B. Miller)** – عالم الغلاف الجوي في مختبر نظم الأرض في كلورادو– أن نتائج تجارب **كبلر** قد تفسر جزئياً وجود أشرطة دخان الميثان فوق سماء الغابات الاستوائية المشاهدة بواسطة الأقمار الصناعية سواء أثناء هطول الأمطار أو وقت الجفاف.

ويرى **ستانلي تيلر** **(Stanely C. Tyler)** – عالم كيمياء الغلاف الجوي بجامعة كاليفورنيا في إيرفاين – أن هذا الاكتشاف يتطلب من العلماء مراجعة آلية إنتاج غاز الميثان وأمكنة إنتاجه، وكذلك كميته في الصخور الجليدية القديمة.

المصدر :
www.sciencenews.org/articles/20060114/fob1/asp



كتب صدرت حديثا

دليل أراسكو لأمراض الضأن والمعـز والإبـل

صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ / ٢٠٠٦م عن شركة أراسكو بالمملكة العربية السعودية، وهو من تأليف **أ.د منصور فارس حسين.**

يحتوى الكتاب على ٣٣٧ صفحة من القطع الكبير، يتناول من خلالها أمراض الغنم في الجزء الأول، وأمراض الإبل في الجزء الثاني، وهو مزود بالعديد من الصوروالجداول التي توضح الأمراض المختلفة لهذه الحيوانات.

يأتي الجزء الأول من الكتاب في تسعة فصول تتناول مايلى:- الأمراض الفيروسية، والأمراض البكتيرية، وأمراض المفطورات(الميكوبلازما) والركتسية والمتدثرات، والإجهاض، وأمراض الأوليات، والطفيليات الداخلية، والطفيليات الخارجية، ونقص المعادن الأثرية والفيتامينات، والاضطرابات الإيضية.

يأتي الجزء الثاني في سبعة فصول تتناول مايلى:- الأمراض الفيروسية، والأمراض البكتيرية، وأمراض الركتسية والمفطورات والمتدثرات، والأوليات، والطفيليات الداخلية والخارجية، والمشكلات التناسلية في النوق، حالات أخرى متفرقة في الإبل.

الفلك للهـــــواة

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م عن النادي العلمي السعودي بالمملكة العربية السعودية في جده ، وهو من تأليف **د. زكي بن عبدالرحمن المصطفى** ، أستاذ علم الفلك المشارك **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.**

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٦٨ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي على صور وجداول ومراجع عربية وأجنبية وملاحق بجانب فصول الكتاب الستة.



تتناول فصول الكتاب مايلي: علم الفلك، ووسائل دراسة علم الفلك، والمناظير الفلكية، والمجموعة الشمسية، والتجارب العلمية للهواة، ومواقع فلكية على الشبكة العنكبوتية العالمية (الإنترنت).

الشرح المبسط في الكيمياء العامة

صدرت الطبعة الثالثة لهذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م عن دار الخريجي للنشر والتوزيع، وهو من تأليف كل من **د.محمد شفيق الكناني**، و **د. سليمان بن حماد الخويطر.**

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٥٠٤ صفحة من القطع المتوسط، ويتناول ملخصات وسائل محلولة وأسئلة اختبارات للموضوعات التالية: الحسابات الكيميائية، والتفاعلات الكيميائية، وخواص الغازات، الثرموديناميك والطاقه، الروابط الكيميائية، القوى بين الجزئيات، والأكسدة والاختزال، وموازنه التفاعلات الكيميائية، والخواص الفيزيائية للمحاليل، والإتزان الكيميائي في المحاليل المائية، ومفهوم الأس الهيدروجيني.

القـــوة الخفيـــــة

صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ/ ٢٠٠٥م، عن دار قرطبة للنشر والتوزيع بالرياض، وهو من تأليف **د. محمد التكريتي.**

يتناول الكتاب من خلال ١٩٨ صفحة من القطع المتوسط الموضوعات التالية: مقدمة، التجربة الحاسمة، وتفسير اللغز، وفي أعماق الأعماق ، والانفجار العظيم، ونظرية الكم، واللغز الكبير، والقوة الخفية.



عرض كتاب

الطاقة في الخليج ... تحديات وتهديدات

إعداد : د. يوسف حسن يوسف

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٩٩٧م اعتماداً على ما قدم من أوراق علمية في مؤتمر الطاقة الأول، الذي نظم بواسطة مركز الدراسات والبحوث الاستراتيجية في أبو ظبي خلال يومي ١٤-١٥ أكتوبر ١٩٩٥م.

يهدف المؤتمر إلى عرض وتحليل اتجاهات الطاقة والعلاقة بين النفط والغاز من جهة، والاقتصاد العالمي من جهة أخرى، إضافة إلى استشراف المستقبل في سياسية دول منطقة الخليج إزاء ما يحدث من تحديات عالمية في مجال الطاقة.علماً بأنها تملك ٤٦٪ من الاحتياطي العالمي للنفط و ١٤٪ من الاحتياطي العالمي للغاز الطبيعي.

يستعرض هذا الكتاب ـ من خلال ٢٧٤ صفحة من القطع المتوسط ـ سبع أوراق علمية قدمها خبراء في الطاقة وترجمها إلى العربية الأستاذ **خليل حمادة**. تناولت تلك الأوراق خيارات دول مجلس التعاون الخليجي في مجابهة التحديات التي تواجه سوق الطاقة على المدى القريب، إضافة إلى الموضوعات المتصلة بوضع منطقة الخليج كمورد رئيس للطاقة.

يشير الكتاب إلى تعرض منطقة الخليج لعدد من المشكلات التي جعلته غير مستقر وآمن فيما يتعلق بالطاقة، مستشهداً بتوالي المنافسة الشديدة للدول غير الأعضاء لمنظمة الأوبك في سوق الطاقة، فضلاً عن قضايا المحافظة على البيئة التي أضحت من القضايا الملحة في الدول المستوردة للنفط، وكذلك توالي النجاحات في خفض تكلفة الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها.

قام **بول ستيفنز** ـ أستاذ الاقتصاد والسياسات النفطية بجامعة داندى باسكتلندا ـ بتقديم الورقة الأولى ـ **الفصل الأول** ـ بعنوان: "الخليج والطاقة العالمية ... دروس من الماضي"، حيث قام بتقييم أثر صادرات نفط الخليج على السوق العالمي منذ عام ١٩٤٥م، مستعرضاً التحديات المستقبلية على ضوء ما حدث خلال تلك الحقبة (١٩٤٥-١٩٩٥م). ومن خلال إطار تحليل العوامل المحركة لسوق النفط التي ترتكز على العرض والطلب والخصائص المميزة لصادرات النفط الخليجي وأثرها على السوق، والتسلسل التاريخي لأسعار النفط. يستخلص **ستيفنز** أن دول الخليج قد لبت الاحتياجات المتزايدة للنفط في العالم وبأسعار منخفضة، مما أثر بشكل كبير على هيكل الصناعة الدولية وأسعار تجارة النفط. من جانب آخر أدت سياسية دول الخليج إلى المحافظة على احتياطياتها من النفط إلى وصول منتجين جدد. وبذلك لم يكن من السهل عليهم السيطرة على الأسعار؛ لأن مصادر الإنتاج الجديدة همشت دور الاحتياطيات النفطية لدول الخليج. وعليه: يبدو أن دور نفط الخليج ـ رغم أنه الاحتياطي الأكبر عالمياً ـ سيكون أقل أهمية لأنه يواجه تحديات خطيرة منها: ظهور بدائل جديدة للطاقة وقيام المستهلكين باتخاذ إجراءات للسيطرة على الأسواق.

تناول **فاهان زانويان** ـ مدير شركة بترولويوم فاينانس ـ في **الفصل الثاني** "الإطار الملائم لفهم سوق النفط الخام العالمية"، مشيراً إلى عدد من التحولات الهيكلية في سوق النفط العالمية خلال العشرسنوات الماضية، أهمها: أن مناطق الإنتاج ذات التكلفة المنخفضة قللت من إنتاجها، بينما قامت المناطق ذات التكلفة المرتفعة بزيادة إنتاجها، مبيناً أن دول الخليج على الرغم من أنها تنتج بتكلفة منخفضة، إلا أنها قد لا تستطيع استعادة نصيبها المفقود في السوق العالمي على المدى البعيد؛ بسبب دخول منافسين لها، وأن أي محاولة لاستعادة النصيب المفقود سيكون محفوفاً بمخاطر مالية على المدى القصير. ويلقي **زانويان** الضوء على الأنماط الحقيقية لتجارة النفط موضحاً أن النفط الخام في السوق العالمي يعتمد على العوامل التجارية، والتبعية الاقتصادية الداخلية، وحالات الحظر الدولي، والقدرة المالية للدولة ومؤشرات الطلب على النفط، والمضاربة فيما يتعلق بالدول المستوردة للنفط.

ويرى الكاتب أن هناك عدة عوامل تتحكم في طلب هذه السلعة، منها: قدرات التكرير العالمية الحالية والمستقبلية، والاحتياطيات الاستراتيجية، والاستكشافات النفطية الجديدة، والنشاط الاقتصادي، والقدرة على تخزين المنتجات البترولية.

كان **الفصل الثالث** بعنوان «زيادة الطلب على الطاقة في الدول الآسيوية ... الفرص والقيود أمام دول الخليج المصدرة للنفط»، وقد قدمه باحث اقتصاديات الطاقة باليابان **كن كوياما**، مشيراً إلى أن ازدياد الطلب على النفط في الدول الآسيوية مرده إلى: نموها الاقتصادي السريع الذي كان بسبب عدة عوامل، من أهمها: زيادة الاستثمارات والصادرات، ووجود العمالة المدربة الرخيصة، والكثافة السكانية التي تبشر بوجود الأسواق الكبيرة في المستقبل. ويضيف **كوياما**: أن هذا النمو الاقتصادي الآسيوي ساهم في النمو الاقتصادي العالمي، خاصة أن صادرات تلك الدول قد تم استيعابها في الولايات المتحدة، فضلاً عن زيادة الصادرات والواردات بين الدول الآسيوية بعضها مع بعض، مما زاد من مستوى دخل الفرد.

ويرى **كوياما** أن هذه الظاهرة قد أسهمت في زيادة الطلب على الطاقة، خاصة في الدول الآسيوية النامية، حيث ظهرت الحاجة إلى زيادة عدد سيارات الركوب وحافلات النقل وشاحنات نقل البضائع، فضلاً عن متطلبات الصناعة وتوليد القوى الكهربائية، منوهاً إلى أنه من المتوقع أن يرتفع الطلب على الطاقة في الهند والصين وكوريا الجنوبية إلى المعدلات المرتفعة التي تشهدها حالياً دول إندونيسيا وماليزيا وتايلاند. ويستطرد **كوياما**: أن معظم الدول الآسيوية تسعى لاستخدام مصادر بديلة من الطاقة، ليس بسبب المخاوف البيئية فقط، ولكن لمواكبة زيادة استهلاكه، ولأنها تعتمد اعتماداً كبيراً على المصادر الأجنبية للطاقة وتخشى الاعتماد على منطقة واحدة بعينها في مدها بها.

ويخلص **كوياما** إلى أن على الدول الخليجية: تقليص مخاوف الدول الآسيوية فيما يختص بضمان استمرار مدها بالطاقة، من خلال السعي إلى استقرار أسواق النفط والغاز في العالم.

استهل **توماس ستوفر** ـ مستشار الشؤون النفطية الدولية بواشنطن العاصمة ـ **الفصل الرابع** «الغاز الطبيعي ونفط الخليج نعمة أم نقمة» بعدد من الأسئلة الخاصة بنتائج استخراج الغاز الطبيعي بالنسبة لدول الأوبك ودول الخليج المنتجة للنفط، مشيراً إلى فوائد الغاز الطبيعي كطاقة وثروة منافسة للنفط من حيث إنه مصدر طاقة طبيعي رخيص وأهميته لقطاع كبيرمن الصناعات الأساسية، موضحاً أن استخراجه خارج منظمة الأوبك قد أضر بها أيما ضرر؛ عن طريق اختراقه أسواق النفط، وتسببه في منافسة داخلية بين دول الأوبك. ويرى **ستوفر** أن الميزة التي يتمتع بها الغاز الطبيعي من كونه رخيص الثمن وأنه «الغاز النظيف للمستقبل» قد يجعله الوقود الجديد المرتبط بالمستقبل خلال السنين القادمة، فضلاً عن ذلك: فإن الغاز الطبيعي يمكن أن يلبي الاحتياجات الجديدة للطاقة مثله مثل النفط. ويخلص **ستوفر** إلى القول: إن الغاز الطبيعي أصبح ينافس النفط بشكل متزايد، خاصة وأن تكلفة المحافظة على انسيابه للأسواق منخفضة نسبياً؛ لقلة تكلفة نقله عبر خطوط الأنابيب، وهكذا لايمكن إقصاءه من السوق، بل إن قلة التكلفة تميل دائماً إليه. ولذلك أصبح الغاز الطبيعي المنتج خارج الأوبك منافساً لنفط الأوبك ـ على الرغم من أنه زاد من دخل دول الأوبك المنتجة له ـ لأثره السلبي على صادراتها النفطية، فضلاً عن أن غاز الأوبك أصبح نداً لنفطها المنتج؛ لأنه أصبح طاقة بديلة في صناعاتها المحلية، بل إنه تفوق على النفط في كونه ـ الغاز الطبيعي ـ مادة خامة للصناعات البترولية مثل صناعة الأسمدة واللدائن وغيرها.

يذكر **مايكل لنش** ـ عضو الجمعية الأمريكية لاقتصاديات الطاقة والباحث بمركز الدراسات الدولية بمعهد ماساشوش للتكنولوجيا ـ في **الفصل الخامس** «اقتصاديات النفط في دول الاتحاد السوفيتي السابق» أنه على الرغم من أن تفكك الإتحاد السوفيتي جعل من الولايات المتحدة القوة الوحيدة في العالم، إلا أنه غاب عن الأذهان أن روسيا تأتي في المرتبة الثالثة من حيث الإنتاج العالمي، والسادسة من حيث التصدير. ويرى الكاتب: أن قلة تكلفة إنتاج النفط بالإتحاد السوفيتي السابق وموارده الهائلة، قد جعلت منه منافساً خطيراً لدول الأوبك، وأنه ليس من المستبعد أن يزيد إنتاجه الحالي بنحو مليوني برميل يومياً إذا تم التغلب على بعض المشكلات التي تعيق التوسع في الإنتاج وبأسعار منخفضة. ويستطرد **لنش** أن هذه المشكلات تتمثل في: التشريعات القديمة الخاصة بالتوسع في الانتاج، وارتفاع الضرائب، والعوامل الإدارية، والمشاكل التي نجمت عن تفكك الإتحاد السوفيتي. ويضيف **لنش**: أن المشاكل المذكورة يمكن التغلب عليها بعدة طرق منها: جلب الاستثمارات الأجنبية لتطوير عمليات الإنتاج الأولية.

كما يتطرق **لنش** إلى الغاز الطبيعي المستخرج من سيبريا، وأثره على سوق النفط العالمي خاصة إذا ازداد استخدام الغاز الطبيعي في جمهوريات الإتحاد السوفيتي السابق وأوربا الشرقية والغربية والصين. ويختم **لنش** بالقول: إنه على الرغم من التوقعات التي تشير إلى أن النفط وحده سوف يرفع عائدات النقد الأجنبي للإتحاد السوفيتي بمقدار ٢٥مليار دولار، إلا أن ذلك لن يحل مشاكله الاقتصادية على ضوء الأمثلة المشاهدة في دول أخرى مثل: نيجيريا وولاية لويزيانا الأمريكية، ولذلك: فلا بديل للإتحاد السوفيتي إلا استخدام العائد من مبيعاته النفطية بحكمة حتى يتغلب على مشاكله الاقتصادية.

يناقش **الفصل السادس** «توقعات الطلب على البنزين في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية» حيث يذكر المؤلف **عبد الرازق فارس الفارس** ـ الأستاذ المساعد بقسم الاقتصاد في جامعة الإمارات العربية المتحدة ـ أن الطلب على البنزين خلال العقدين الماضيين قد شهد زيادة كبيرة في دول الخليج المنتجة للنفط؛ بسبب ارتفاع مستوى الدخل، وزيادة السكان، والهجرة، وتحول المناطق الريفية إلى حضرية. ويرى **الفارس** أن ذلك سيكون له أثر سلبي على البيئة، فضلاً عن أنه سوف يقلل من صادرات النفط للخارج، مما يحتم وضع خطط طويلة الأمد للتغلب على هذه السلبيات.

ويستعرض **الفارس** السيناريوهات المحتملة لأسعار الطاقة والتنمية الاقتصادية في دول الخليج من أجل وضع نموذج إحصائي لتوقعات المستقبل حتى عام ٢٠١٠م، آخذاً في الاعتبار الخلفية التاريخية للنفط في دول الخليج من حيث الإنتاج والاستهلاك والأسعار، والتنبؤات على طلب البنزين بالمنطقة، والنتائج التجريبية من حيث الطلب، واقتراحات التوقع، ونمو النشاط الاقتصادي، وأسعار البنزين على المستوى المحلي والسيناريوهات المحتملة على الطلب عليه. بعد التحليل الإحصائي يخلص **الفارس** إلى أن استهلاك دول الخليج من البنزين آخذ في الارتفاع، حيث سيذهب جزء كبير من إنتاج النفط لسد الاحتياجات المحلية، مما يضطرها لرفع معدلات الإنتاج لئلا تنخفض عائداتها من صادرات النفط.

اختتم **وليد خضوري** ـ المحرر التنفيذي لنشرة (Middle East Economics Survey) ـ موضوعات الكتاب، حيث تناول **الفصل السابع** بعنوان "صناعة النفط بين قيود الماضي وتحديات المستقبل"، ذاكراً أنه على الرغم من الدور الذي لازالت تلعبه دول الخليج في صناعة النفط إلا أنها تواجه تحديات عدة أهمها: تصاعد إنتاج الدول غير الأعضاء في الأوبك، وإعادة هيكلة شركات النفط العالمية في سبيل تخفيض تكاليف إنتاجها، والتقدم التقني، وبرامج ترشيد الطاقة، والتشريعات البيئية والضريبية للدول الصناعية.

ويرى **خضوري** أن القوة التفاوضية لمنظة الأوبك قد تدهورت؛ بسبب التحديات المذكورة، بل أصبحت أكثر تدهوراً في حالة دول الخليج الأعضاء في الأوبك، بسبب زيادة اعتمادها على عائدات النفط المصدَّر. ويخلص **خضوري** إلى أنه لا سبيل لعلاج ذلك: إلا بتقليل دول الخليج اعتمادها على عائدات النفط، بتوسيع قاعدتها الاقتصادية بالسماح بتدفق رأس المال الأجنبي، والاستثمار في الخدمات خاصة الصحة والتعليم؛ لخلق المزيد من فرص العمل لمواطنيها. ويختم المؤلف بالقول: إن هناك معوقات كثيرة لتنفيذ المقترحات المذكورة في ظل الوضع السياسي الراهن في المنطقة، والسياسة التي تمارسها الولايات المتحدة حيال إيران والعراق.

على الرغم من التغير الدولي الذي حدث بالمنطقة بعد صدور هذا الكتاب المتمثل في أحداث سبتمبر ٢٠٠١م، وما نجم عنها من حرب في أفغانستان والعراق، إلا أن ماصدر من أفكار ومعالجات لأزمة الطاقة في الخليج خلال الأوراق السبع التي قدمها المختصون لا زالت ـ في نظري ـ جديرة بالاهتمام، فضلاً عن ذلك: فإن الإحصائيات المختلفة الموجودة في ثنايا الكتاب على الرغم من أنها قد تعطي مؤشرات لما يخبئه المستقبل: إلا أنه لابد من تحديثها لمعرفة الأثر الفعلي الذي خلفته حربي أفغانستان والعراق على نفط دول الخليج.



مساحة للتفكير

مسابقة العدد

أعمار العائلة

جلست العائلة المكونة من الأب والأم والبنات: ليلى وسلمى، والأولاد: محمد وعلي، في ليلة شاتية يتسامرون حول النار، فسأل كل واحد من أفراد العائلة الأب عن عمره، فقال الأب: أنا لن أقول لكم أعماركم مباشرة، ولكن سأطرح عليكم بعض المعطيات وليعرف كل منكم عمره بنفسه، وذلك كما يلي:

- عمري يساوي مجموع عمر أمكم وعمر أختكم ليلى.
- عمري يساوي ضعف مجموع عُمْري أختكم ليلى وأخيكم علي.
- عمري يزيد بعشر سنين عن أربعة أضعاف عمر أخيكم علي.
- عمر أمكم يزيد بخمس سنين عن ثلاثة أضعاف عمر أخيكم علي.
- عمر أخيكم علي أقل من عمر أختكم سلمى بثلاث سنوات.
- عمر أخيكم محمد يقل عن عمر ليلى بخمس سنين.
- مجموع عمري وعمر أمكم يساوي ١٢٠ سنة.

أخي القارىء إذا استطعت مساعدتهم في تحديد عمر كل منهم فلا تتردد في إرسال الحل إلينا على عنوان المجلة البريدي أو بالناسوخ، فقد تفوز بإحدى الجوائز.

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**أعمار العائلة**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال (هاتف، فاكس، بريد إلكتروني).

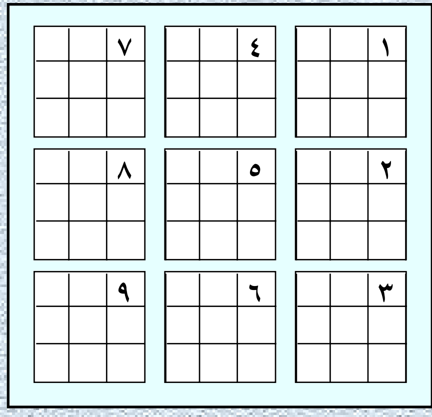
سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد السابق

الخلايا والمربعات

يوجد العديد من طرق الحل ولكن لضيق المساحة المخصصة فإننا سنكتفي بأبسط الطرق وهي كالتالي:

١- يتم ترقيم الخلية العليا اليمنى من كل مربع بالتسلسل مبتدئين بالصف الرأسي الأيمن ثم الأوسط ثم الأيسر، شكل (١).



شكل (١)

٢- يتم إكمال ترقيم خلايا كل مربع بشكل أفقي ومتسلسل بحسب الرقم الموجود في الخلية العليا اليمنى من كل مربع بحيث تأخذ كل خلية من خلايا المربع أحد الأرقام من (١-٩)، وبدون تكرار لأي من الأرقام، شكل (٢).

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٣	٢	١	٩	٨	٧	٦	٥	٤
٦	٥	٤	٣	٢	١	٩	٨	٧
١	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢
٤	٣	٢	١	٩	٨	٧	٦	٥
٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٩	٨
٢	١	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣
٥	٤	٣	٢	١	٩	٨	٧	٦
٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٩

شكل (٢)

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السابق** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وبعد إجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :

١ـ محمد بن جميل عبدالقادر حفني / الرياض

٢ـ يوسف فارس دباس السويلم / ص.ب ٩١٥٤٥ الرياض ١١٦٤٣

٣ـ عبدالرحمن محمد علي إسماعيل / الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء



واقيات الأجهزة الكهربائية

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

تتواجد الأجهزة الكهربائية في المكان الواحد بشكل يفوق عدد المقابس الكهربائية (Outlets) في ذلك المكان ، مثل الحاسبات الإلكترونية وما يتبعها من طابعات وماسحات ضوئية وغيرها ، ولذلك تولدت الحاجة لوجود توصيلات يحتوي كل منها على عدة مخارج لكي تفي بتلك المتطلبات، لكن يجب أن تكون هذه التوصيلات مزودة بواق (Surge protector) ضد ارتفاع الجهد الكهربي أو التيار عن الحد المسموح به للجهاز، لأن هذه الزيادة قد تتسبب في تلف تلك الأجهزة.

يعرف الجهد الزائد للكهرباء (Surge) بأنه زيادة معنوية مفاجئة في فرق الجهد عن المستوى المحدد، فمثلاً من المعلوم أن فرق الجهد في كثير من الدول سواءً في المنازل أو المكاتب ١٢٠ فولتاً، ولذلك إذا زاد عن هذا الحد فإنه يتسبب في حدوث مشاكل للأجهزة المتصلة به، ولذا فإن أجهزة الوقاية تعمل على منع وصول هذه الزيادة إليها.

أسباب زيادة الطاقة

تظهر الزيادة في الطاقة عندما يؤدي شيء ما إلى الزيادة في الشحنات الكهربائية عند أي نقطة من خطوط نقل الطاقة الكهربائية، يسبب هذا زيادة في الجهد الكهربائي، مما قد يزيد في سريان التيار إلى المقبس الجداري، وهناك العديد من الأشياء التي تسبب ذلك، منها:–

● البرق

يعد البرق من الأسباب الشائعة في حدوث الزيادة في الجهد الكهربائي في شبكات المدن الكهربائية، فعندما يحدث البرق قريباً من خطوط الطاقة سواء كانت معلقة في السماء أو تحت الأرض أو في البنايات، فإن الطاقة الكهربائية تكتسب ضغطاً كهربائياً يصل إلى عدة ملايين من الفولتات، ويسبب هذا ارتفاعاً حاداً في الطاقة يفوق تقريباً تحمل معظم أجهزة الوقاية، ولذا يجب في حالة العواصف البرقية فصل جميع الأجهزة الإلكترونية من المخارج الكهربائية، لأنها قد تتعرض للتلف حتى ولو كانت موصولة بأجهزة الحماية. إذ يمكن لخطوط الهاتف أو خطوط نقل الإرسال التلفزيوني توصيل فرق الجهد العالي، لذلك إذا كان الحاسب الآلي أو أجهزة غالية الثمن متصلة بالخط عن طريق المودم، أو بالكيبل المحوري، فإنه يجب حمايتها بواسطة أجهزة الحماية، لأن الارتفاع ينتقل عبر خطوط الهاتف والكوابل المحورية كما في خطوط نقل الطاقة، مما قد يؤدي إلى تلفيات كبيرة.

● أجهزة الكهرباء عالية الطاقة

تعد أجهزة الكهرباء التي تستهلك قدراً كبيراً من الطاقة مثل المصاعد الكهربائية والمكيفات والثلاجات من الأسباب الشائعة في حدوث الارتفاع الحاد والمفاجيء في فرق الجهد الكهربائي، حيث تستهلك هذه الأجهزة طاقة كبيرة عند بدء التشغيل، يولد هذا التشغيل طلباً فجائياً وسريعاً للطاقة مما يعطل الجريان الثابت للجهد في النظام الكهربائي، وهذا قد يسبب تلفاً حاداً للأجهزة سواءً في الحال أو بشكل تدريجي.

● أخطاء التمديدات

تمثل الأخطاء في تمديدات الطاقة الكهربائية، والعيوب في تجهيزات الشركة، وخطوط نقل الطاقة ذات الجهد المنخفض سبباً رئيسياً لحدوث الزيادة المفاجئة في الجهد الكهربائي، ويعد نظام المحولات والخطوط التي تنقل الطاقة من المولد إلى الخارج في منازلنا نظاماً معقداً، حيث توجد عشرات النقاط التي يمكن عندها حدوث الفشل، كما أنه لا يمكن تلافي حدوث الزيادة المفاجئة في أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية في عصرنا الحاضر.

طريقة الحماية

يعد حدوث الزيادة في فرق الجهد من الأشياء المعتادة، ولايمكن تجنبها، ولكن السؤال الذي يتبادر إلى الذهن هو إذا كان ارتفاع الجهد جزءاً متأصلاً في أنظمتنا الكهربائية ـ فلماذا لم نكن نحتاج إلى أجهزة الوقاية في منازلنا قبل خمسين عاماً؟

يتمثل الجواب على هذا السؤال في وجود العديد من الأجهزة المعقدة والمتطورة في وقتنا الحاضر مثل: الحاسبات، وأجهزة الميكرويف، ومشغلات الفيديو وغيرها، التي تتميز بأنها أقل حجما وأكثر سهولة وضعفاً من الأجهزة قديماً ، ولذا فإنها أكثر حساسية لزيادة التيار، فمثلاً المعالجات الرقيقة المستخدمة في أجهزة الحاسب وكثير من الأجهزة المنزلية تكون حساسة جداً لارتفاع الجهد الكهربائي الحاد والمفاجيء، ولا تعمل بطريقة مناسبة إلا عندما يصلها تيار كهربائي مناسب.

تعتمد الحاجة إلى استخدام جهاز الوقاية على نوع الجهاز المستخدم، ففي حالة المصباح العادي لاتدعو الحاجة إلى مثل هذا الجهاز، بينما يكون ذلك ضرورياً في حالة الحاسبات الإلكترونية ، لأن ارتفاع التيار يؤدي إلى تلف الجهاز، أو علي الأقل يقلل من عمره الافتراضي، أو قد يؤدي إلى فقدان البيانات المخزنة فيه.

يتمثل دور جهاز الوقاية في التخلص من الجهد الزائد، وتحويله إلى الأرض عن طريق سلك التأريض (Grounding line)، وهناك عدة طرق تعمل بها أجهزة الحماية، منها:–

● أنابيب الغاز

تتمثل في أنبوبة مملوءة بغاز خامل رديء التوصيل، تعمل هذه الأنابيب بنفس مبدأ المقاومة المتغيرة، فتقوم بتحويل التيار الزائد من الخط الحار إلى الأرض، فعندما يصل التيار عند مستوى معين فإنه يكون ردىء التوصيل، ولكن عندما يزيد فرق الجهد بشكل مفاجيء فوق ذلك المستوى، فإن تلك الزيادة تعمل على تأين الغاز فيصبح موصلاً للكهرباء، فيؤدي ذلك إلى تسريب التيار إلى الأرض إلى أن يعود إلى المستوى المطلوب، وعند ذلك يعود الغاز إلى

خواصه الأصلية فيصبح رديء التوصيل مرة أخرى، وبالتالي يمر التيار عن طريق مساره الطبيعي.

● الدوائر المتوازية

تقوم بعض الشركات المصنعة لمثل هذه الأجهزة بتزويدها بدوائر متوازية تعمل على تشتيت (Suppress) التيار، فلا يحول التيار الزائد إلى خط آخر، ولكن يبطأ في طريقه من خلال الخط الحار. تقوم هذه الدوائر باكتشاف الارتفاع المفاجيء والشديد في فرق الجهد، وعندئذ تختزن هذه الزيادة، ومن ثم تقوم بإطلاقها تدريجياً. توفر هذه الأجهزة درجة حماية عالية لأنها تستجيب بسرعة، كما أنها لا تلقي بالكهرباء الزائدة إلى الخط الأرضي.

● المقاومة المتغيرة

المقاومة المتغيرة عبارة عن وصلة بين خطي الطاقة الساخن وخط الأرض (التأريض)، شكل(١)، وتتكون من ثلاثة أجزاء، هي: قطعة من أكسيد فلز (Metal Oxide Varistor-MOV) في الوسط، وقطعتين من أشباه الموصلات تربطهما بكل من مصدر الطاقة والأرض . وتعمل هذه المقاومة المتغيرة على تحويل الزيادة في فرق الجهد.

تسلك أشباه الموصلات مسلك مقاومة متغيرة تعتمد على فرق الجهد، فعندما يكون فرق الجهد تحت مستوى معين فإن الإلكترونات في القطع شبه الموصلة تسير



● شكل (١) جهاز حماية بسيط مزود بمنصهر ونظام التكيف الخطي الخانق

بطريقة معينة فتحدث مقاومة عالية، وحينما يزيد فرق الجهد عن ذلك المستوى فإن الإلكترونات تتصرف بطريقة مختلفة محدثة مقاومة أقل. أما بالنسبة للمقاومة المتغيرة المصنوعة من أكسيد الفلز فإنها لا تعمل أي شيء عندما يكون فرق الجهد في وضعه الصحيح، ولكن عندما يرتفع فرق الجهد عالياً فإنها تصبح موصلة فتعمل على توصيل جزء كبير من التيار إلى الأرض للتخلص من فرق الجهد الزائد.

يعود فرق الجهد في الخط الحار إلى مستواه الطبيعي حالما يفرّغ التيار الزائد ـ بواسطة المقاومة المتغيرة ـ إلى الأرض، وترتفع المقاومة المتغيرة مرة أخرى، وهكذا فإن دور المقاومة المتغيرة هو توجيه التيار الزائد فقط ، بينما تسمح للتيار القياسي بالمرور إلى الأجهزة المتصلة بجهاز الحماية، لذا يعمل الجهاز كصمام لتحسس الضغط فينفتح فقط عندما يكون هناك ضغطاً زائداً عن الحد المطلوب، وينغلق عندما يكون عند المستوى المطلوب.

هناك مشكلة في أجهزة الوقاية تتمثل في أن المقاومة المصنوعة من أكسيد الفلز يمكن أن تحترق عند ارتفاع الجهد لمرة واحدة، ولهذا فإنه من الضروري استخدام أجهزة وقاية مزودة بمؤشر ضوئي يوضح ما إذا كان الجهاز يعمل بكفاءة عالية، أم لا؟.

● المنصهر

تزود بعض الواقيات بمنصهر(Fuse) يسمح بمرور الكهرباء مادام في حدود تحمَّل الجهاز. أما إذا زاد عن الحد المقبول فإن الحرارة الناتجة عن ذلك تؤدي إلى صهر السلك الموصل، وبالتالي قطع الكهرباء عن الجهاز وحمايته من التلف.

● نظام التكيف الخطي

يوجد في بعض أجهزة الوقاية نظام التكيف الخطي (Line-conditioning system) لتنقية الضوضاء الناجمة عن التذبذبات الصغيرة في ا لتيار، وهو عبارة عن نظام بسيط جداً، حيث يمر الخط الحار في طريقه إلى السلك الموصل إلى المخارج من خلال ملف الخنق المقفل (Toroidal choke coil). وهو عبارة عن حلقة من مادة مغناطيسية



● شكل (٢) المكونات الداخلية لجهاز وقاية مع نظام التكيف الخطي الخانق.

ملفوف حولها سلك فلزي (مغناطيس كهربائي بسيط)، شكل (٢). يسبب انخفاض وصعود التيار المار في السلك الحار شحن المغناطيس الكهربائي فيؤدي إلى حدوث انبعاث قوى كهرومغناطيسية تعمل على تنعيم الزيادة والارتفاع في التيار الكهربائي. هذا التيار المكيف أكثر ثباتاً وأكثر ملائمة للأجهزة الإلكترونية.

مستوى الحماية

تختلف قدرة الأجهزة بدرجات متفاوتة، فيوجد مجال واسع بينها في كل من القيمة والأداء. وتكون أجهزة الوقاية التي سعرها في حدود خمسة دولارات عبارة عن سلك لإمداد الطاقة فقط، ولا يوفر إلا حماية قليلة جداً. وفي المقابل توجد أنواع أخرى تكلف مئات أو آلاف الدولارات تتمتع بدرجة حماية عالية ضد جميع الصواعق التي تضرب قريباً منها.

تحتاج الأجهزة الحساسة لحمايتها من الارتفاع المفاجيء والحاد لأجهزة وقاية فردية لكل مخرج من مخارج الطاقة الكهربائية، ويوجد عدة مستويات أساسية من أجهزة الوقاية من ارتفاع الجهد، هي:-

● شريط الطاقة الأفضل

تتراوح قيمته مابين ١٥ إلى ٢٥دولاراً، وهذا يوفر درجة حماية أعلى من سابقه مع مميزات إضافية للوقاية.

● شريط الطاقة الأساسي

هذا المستوى من الحماية عبارة عن شريط يحمل في طرفه عدة مخارج، وعادة



● شكل (٣) جهاز حماية رخيص يحتوي على نظام التكيف الخطي الخانق ومقاومة أكسيد الفلز المتغيرة .

تعطي هذه النماذج درجة متواضعة من الحماية، شكل (٣).

● جهاز إمداد طاقة لايمكن اعتراضه

يجمع هذا الجهاز بين خاصية الحماية واستمرارية إمداد بالطاقة لا يمكن اعتراضها. يتميز هذا التصميم في أنه يقوم بتحويل الكهرباء المترددة (AC) الزائدة عن الحاجة إلى تيار مستمر (DC) ويخزنها في بطارية خاصة، ومن ثم يقوم بتحويلها مرة أخرى إلى كهرباء مترددة وإرسالها إلى المخارج لتشغيل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. وهذا يفيد في حالة انقطاع التيار، مما يؤدي إلى استمرار عمل الجهاز لبضع دقائق تسمح للشخص الذي يعمل على الحاسب بحفظ عمله ، تصل تكلفة هذه الأجهزة بحدود ١٥٠ دولاراً أمريكياً، ولبعض هذه الأنواع درجة عالية من الحماية، ولكنه قد يتعرض للتلف، ولذا فإنه من الأفضل حمايته باستخدام جهاز وقاية بسيط.

● محطة حماية

توفر درجة عالية من الحماية، ويمكن وضعها تحت جهاز الحاسب أوعلى الأرض. تشتمل بعض موديلاتها على مداخل للهاتف لحمايتها، وقد تحتوي على قاطع آلي . تصل قيمة هذا النوع إلى ٣٠ دولار أو حتى ١٠٠ دولار في الأنواع المتطورة جداً ، شكل (٤).



● شكل (٤) توصيلة كهربائية مزودة بجهاز حماية متوسط مع مخارج للهاتف.

اختيار الجهاز المناسب

يعد شراء الجهاز المناسب للوقاية من الارتفاع الحاد للتيار من الأمور المحيرة لتوفر أعداد هائلة منها، وكثير منها لايساوي شيئاً، ويمكن التأكد من جودة المنتج بملاحظة عدة علامات منها:–

● السعر

يعد السعر مؤشراً جيداً على جودة الجهاز، فالجهاز الذي قيمته ١٠ دولارات لا يتوقع منه أداءً جيداً لأنه بسيط جداً، ويستخدم مواد رخيصة في صناعة المقاومة المتغيرة (MOV)، وذا كفاءة متدنية لاتستطيع حماية الأجهزة من الارتفاعات الكبيرة لفرق الجهد. ومع ذلك فإن السعر العالي لايعني بالضرورة الجودة العالية.

● علامة الجودة

يجب ملاحظة أن يكون الجهاز مقوماً من قبل مختبرات التوثيق (Underwriters Laboratories-UL)، وهي مؤسسة مستقلة وغير ربحية تقوم بفحص المنتجات الكهربائية والإلكترونية. إذا كان المنتج لايحمل تقويمها فإنه يعد خردة، ويحتمل أنه لايحتوي على أية عناصر حماية، ولذا فإن المقاومة المتغيرة تتعرض بسهولة لارتفاع حرارتها بدرجة كبيرة.

قد تكون كثير من محتويات قائمة مختبرات التوثيق رديئة النوعية، إلا أنها تضمن قدرتها على الحماية، وتفي إلى حد ما بمعايير السلامة، كما يجب التأكد من أن المنتج سجل على أنه واقي من ارتفاع الجهد الحاد والمفاجيء (Transient voltage Surge Suppeessor)، وهو يعني أنه يفي بمواصفات مختبرات التوثيق، ومع ذلك يوجد العديد من أشرطة الطاقة المسجلة في قائمة مختبرات التوثيق ولكنها لاتحتوي على أية أجزاء حماية على الإطلاق، إذ إنها مسجلة فقط للعمل كأسلاك جيدة التوصيل متعددة المخارج وليست كأجهزة حماية . وفي حالة شراء أجهزة الحماية المسجلة يجب ملاحظة ما يسمى بالجهد المحدد (Clamping Voltage)، وهو رقم يدل على الجهد الذي يجعل المقاومة المتغيرة (MOV) توصل الكهرباء إلى الخط الأرضي. يدل الرقم الصغير على حماية أفضل، ويوجد ثلاثة من مستويات الحماية في معايرة مختبرات التوثيق هي ٣٣٠فولت، ٤٠٠فولت، ٥٠٠فولت عال جداً.

● امتصاص وتشتيت الطاقة

يدل معدل التشتيت والامتصاص على كمية الطاقة التي يمكن لجهاز الحماية إمتصاصها قبل أن يفشل، ويدل الرقم العالي على قدرة حماية عالية. وللحصول على حماية عالية يجب اختيار الجهاز المعاير عند ٦٠٠ جول أو أكثر.

● وقت الاستجابة

لاتستجيب أجهزة الحماية في الحال للارتفاع المفاجيء في الجهد بل تتأخر قليلاً، فكلما كانت الاستجابة بطيئة دل على أن الأجهزة الإلكترونية المتصلة به قد تتعرض لارتفاع الجهد، مما يعرضها للأعطال والتلف.

وللحصول على أجهزة حماية ذات كفاءة عالية يجب أن لاتزيد مدة الاستجابة عن جزء واحد من المليون من الثانية.

● مؤشر ضوئي

يفضل استخدام أجهزة حماية مجهزة بمؤشر ضوئي يدل على أن جميع مكوناته تعمل، لأن المقاومات المتغيرة ـ المصنوعة من أكاسيد (MOV) ـ قد تحترق بعد تعرضها عدة مرات لزيادة حادة في فرق الجهد، ومع ذلك يبقى جهاز الحماية يعمل كسلك توصيل فقط، ولذلك فإنه بدون المؤشر الضوئي لايمكن ـ بأي طريقة كانت ـ معرفة ما إذا كان جهاز الحماية يعمل بكفاءة أم لا.

● ضمان الشركة المصنعة

تعد الأجهزة التي تضمنها الشركة المصنعة أفضل الأجهزة، فإذا كنت تبحث عن تلك الوصلات الغالية الثمن فإنه يجب أن تشتمل على ضمان، لأنه في حالة فشلها في حماية حاسبك الشخصي فإن الشركة ستقوم بتعويضك بجهاز جديد، ومع أن هذا الضمان لن يغطي كل شي لأن تلف الجهاز قد يؤدي إلى تلف محتوياته من المعلومات وهذه قد لاتقدر بثمن، ولكنه يعطي انطباعاً جيداً عن الشركة بأنها تثق بمنتجاتها.

مصطلحات علمية

مضافة Additive

مادة تضاف إلى أخرى بهدف تحسين خواصها ، مثل إضافة ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر الذي يضاف إلى الجازولين لمنع الخبط بالمحرك، والتقليل من التلوث.

الألكيلات Alkylate

مركبات تنتج من عملية إحلال مجموعة هالوجين مثل (F , CL , Br) محل ذرة هيدروجين في المركبات العضوية.

تعطير Aromatization

تحويل أي بنية من المركبات الهيدروكربونية غير العطرية ، وخاصة المشتقات النفطية، إلى مركب هيدروكربوني عطري.

الهدرجة الحفزية

Catalytic hydrogenation

التفاعل الحفزي لهدرجة المركبات العضوية غير المشبعة باستخدام مواد محفزة مثل: النيكل، والبلاديوم .

البلمرة الحفزية

Catalytic Polymerization

اتصال وحدات بنائية متكررة بعضها ببعض بوساطة روابط تساهمية في وجود عوامل محفزة مختلفة.

تحسين حفزي

Catalytic Reforming

إعادة ترتيب جزيئات المركبات الهيدروكربونية في المخزون المغذي الذي له نفس مدى درجة غليان الجازولين ، لتشكيل مركبات هيدروكربونية ذات صفات مقاومة للخبط.

محفز (مادة مُحَفِزة) Catalyst

مادة تزيد سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك ، شكلاً ومقداراً خلال التفاعل.

قرينة السيتان (دليل السيتان)

Cetane index

طريقة مختبرية للحصول على رقم السيتان لوقود الديزل ، تعتمد على الثقل وفقاً لسلم المعهد البترولي الأمريكي (API) وعلى نقطة الغليان المتوسطة.

رقم السيتان Cetane number

النسبة المئوية الحجمية للسيتان في خليط له مع ألفا ميثل النفثالين ، كدلالة على مقدرة الوقود على الاشتعال بسرعة بعد حقنه في أسطوانة المحرك.

محسن رقم السيتان

Cetane number improver

مادة كيميائية تعمل على رفع قيمة رقم السيتان في وقود الديزل ، من أمثلتها النترات، ونترو الألكانات، ونتروالكربونات، وفوق الأكاسيد.

الاحماض المتعددة غير المتجانسة

Hetropolyacids

مركبات تتميز بحامضيتها القوية ولكنها غير مسامية في حالتها الصلبة، وذات مساحة سطحية أقل من (١٠م٢ / جم) وتحتوي أملاحها على كاتيونات كبيرة ذات مساحة سطحية (١٥٠م٢ / جم) مثل: (NH_4^+ , Rb^+ , K^+).

الهدرجة Hydrogenation

التفاعل الحفزي للهيدروجين مع مركبات أخرى غير مشبعة عادة ، مثل إشباع شوائب الأوليفينات الثنائية في الجازولين لتشكيل مركبات ثابتة.

معالجة هيدروجينية

Hydrotreating

عملية حفزية في مصفاة النفط ، يتم فيها تماس الهيدروجين مع النواتج المتوسطة النفطية ، أو مع تيارات النواتج، وذلك لإزالة الشوائب ، مثل: الأكسجين والكبريت، والنيتروجين، والمركبات الهيدروكربونية غير المشبعة.

التماكب Isomerization

طريقة تحول مركبات إلى أخرى تتفق في الصيغة الجزيئية المجملة، ولكنها تختلف في ترتيب وكيفية ارتباط الذرات في الفراغ.

تحسين بلاتيني Platforming

عملية خاصة لتحسين النفثا في مصافي النفط ، تستخدم مادة محفزة على البلاتين ، وذلك لإنتاج جازولين عالي الأوكتان أو مواد عطرية (أروماتية) مثل: البنزين ، والتولوين ، والزايلين.

الوقود الأولي Primary Fuel

الوقود غير المصنع والمتكون من أصل عضوي نتيجة تحلل الكائنات ذات الأصل الحيواني والنباتي منذ ملايين السنين والمطمورة تحت الأرض بمعزل عن الأكسجين وتحت ضغط عالي وحرارة شديدة ، مثل: الفحم الحجري، والنفط، والغاز الطبيعي.

رتبة الفحوم Rank of Coals

تصنيف الفحوم حسب خواصها ونسبة الكربون في المادة من الأدنى إلى الأعلى.

الوقود الثانوي Secondary Fuel

وقود صناعي يتم الحصول عليه وفق عمليات تحول فيزيائية ميكانيكية أو فيزيائية كيميائية مثل: الفحم، ومشتقات النفط، والغاز المصنع، وغيرها.



قاعدة معلومات خاصة بالمواد الكيميائية السامة و الخطرة

تعد المواد الكيميائية من أهم المخاطر التي يتعرض لها العاملون، سواء في القطاعات الصناعية أو الزراعية أو التجارية أو الصحية أو التعليمية أو القطاعات الأخرى التي تتعامل معها أو أثناء نقلها على الطرق.

وصل عدد المصانع الكيميائية وغير الكيميائية في المملكة العربية السعودية إلى مايزيد عن (٢٨٠٠)مصنع موزعة في ثماني مدن متفرقة، بالإضافة إلى مدينتي الجبيل وينبع. وقد أدى ذلك الكم الهائل من تلك المصانع إلى التفكير في وضع الخطط والأنظمة التي تتعلق بالمواد الكيميائية السامة والخطرة في المملكة. وإعداد برنامج وطني للسلامة الكيميائية والبيئية من تلك المواد ، إلا أنه لم توضع أي خطة وطنية بخصوص ذلك باستثناء بعض الجهات الحكومية التي تتولى مهام نقل وتداول تلك المواد وتهتم بالسلامة الصحية والبيئية.

وعلى الرغم من اهتمام الجهات الحكومية بسلامة نقل وتداول المواد الكيميائية، وقيامها بإصدار بعض النشرات التي تتعلق بالتوعية و السلامة، فإنه لا توجد حتى الآن تنظيمات ولوائح حكومية متكاملة لمواجهة أخطارها و طرق الوقاية منها، وحدود المستويات والتركيزات المسموح للتعرض لها و طرق نقلها وتخزينها والتخلص من نفاياتها، وطرق التدخل لمواجهة كوارثها ، ماعدا دليل المواد الكيميائية السامة والخطرة، وقاعدة بيانات تحتوي على حوالي (١٨٠) مادة كيميائية خطرة قامت بإعدادها **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية** لصالح الدفاع المدني.

لذا فقد قامت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بدعم مشروع البحث أ ت – ١٦ – ١١٦ بعنوان: "قاعدة معلومات خاصة بالمواد الكيميائية السامة والخطرة المستخدمة في المملكة العربية السعودية"، للباحث الرئيس **د. محمد شفيق الكناني** وعضوية آخرين.

• خطوات تنفيذ المشروع

يهدف المشروع إلى "إعداد قاعدة معلومات باللغة العربية خاصة بالمواد الكيميائية السامة والخطرة المستخدمة في القطاعات الصناعية الحكومية و التجارية والزراعية والصحية و التعليمية في المملكة" ، وقد حقق المشروع ذلك الهدف من خلال مايلي:

١– حصر جميع المصانع البترولية والبتروكيميائية والصناعات التحويلية والنهائية بالرجوع إلى دليل المصانع في المملكة العربية السعودية ، وكذلك حصر جميع القطاعات التعليمية، والصحية، والزراعية، والتجارية، ومراكز الأبحاث والمختبرات.

٢– إعداد استبانة حصر للمواد الكيميائية السامة و الخطرة في المملكة.

٣– جمع كل ما ورد من قوائم كيميائية سواء كانت باللغة العربية أو الإنجليزية من معظم المصانع البترولية، والبتروكيميائية، والصناعات التحويلية، والقطاعات التعليمية، والصحية، والتجارية، والزراعية، ومراكز الأبحاث.

٤– فرز المواد الكيميائية الواردة في القوائم المذكورة واستبعاد المتكرر منها .

٥– ترجمة جميع مسميات المواد الكيميائية الواردة باللغة العربية إلى اللغة الإنجليزية والعكس.

٦– حصر المواد الكيميائية السامة والخطرة ، وقد بلغ عددها حوالي (٢٨٠٠) مادة كيميائية.

٧– تصنيف المواد الكيميائية وفق الترتيب الأبجدي بالإنجليزية، باستخدام برنامج حاسوبي خاص .

٨– تجميع الأرقام الدولية مثل وزاة النقل الأمريكية (Depatment of Transportation-DOT) و الأمم المتحدة (UN) إن وجدت، وأرقام خدمات الملخصات الكيميائية (Chemical abstract Service - CAS) لكل مادة كيميائية .

٩– إعداد قوائم بالمواد الكيميائية التي تم حصرها في المملكة تتضمن: اسم المادة باللغتين العربية والإنجليزية وأرقامها الدولية المعتمدة.

١٠– إعداد المعلومات و البيانات الخاصة بكل مادة كيميائية.

١١– تصميم برنامج قاعدة المعلومات على مراحل تتضمن مرحلة النماذج (Proto-typing) ، ومرحلة البرمجة (Programming)، ومرحلة التركيب (Installation)، ومرحلة الاختبار (Testing).

١٢– إعداد قوائم بجميع المناطق والمدن و المحافظات والمراكز الإدارية في المملكة التي تتواجد فيها المواد الكيميائية السامة و الخطرة .

١٣– إدخال المعلومات والبيانات الخاصة للمواد الكيميائية في برنامج القاعدة واختبار عمله باسترجاع وطباعة المعلومات.

١٤– إدخال (٢٧٦٠) منشأة تتضمن عناوين وأسماء مسؤولي جميع الجهات.

١٥– توزيع (٨٥٦٤٠٨) مادة كيميائية مكررة وغير مكررة على (٢٧٦٠) منشأة.

١٦– طباعة وتدقيق وتنقيح جميع بيانات ومعلومات المواد الكيميائية .

١٧– إجراء التعديلات اللازمة على المدخلات وعلى القاعدة لإخراجها بالشكل النهائي .

١٨– إعداد نسختين من القاعدة إحداهما للاستخدام العام والأخرى للاستخدام الأمني والطوارئ .

• النتائج والمناقشة

أبرزت نتائج الدراسة مايلي:

١– حصر الجهات التي تتعامل مع المواد الكيميائية من مصانع وجهات حكومية ، حيث بلغ عدد تلك الجهات (٢٧٦٠) جهة.

٢– حصر المواد الكيميائية الواردة من جميع الجهات والقطاعات ، وفرزها واستبعاد المتكرر منها ، وترتيبها في قوائم حسب الأحرف الأبجدية و العربية و العكس ، مع تجميع الأرقام الدولية (DOT) أو (UN) إن وجدت وأرقام خدمات الملخصات الكيميائية (CAS) لكل مادة كيميائية، كما تم إضافة

مواد كيميائية كثيرة التداول في المجالات المختلفة ، حيث بلغ عددها (٢٨٠٠) مادة كيميائية ، وبتسميات علمية وتجارية بلغت حوالي (١٢٧٠٠) مسمى.

٣- جمع و إعداد المعلومات و البيانات الخاصة بكل مادة كيميائية مثل: اسم المادة الكيميائية باللغتين العربية و الإنجليزية، وصيغتها البنائية والجزيئية ووزنها الجزيئي وتصنيفها الكيميائي ورموزها الدولية، ودرجة خطورتها، ورموزها الدولية المعتمدة. إضافة لذلك تم تسمية كل مادة وفق التسميات العلمية والتجارية الأخرى والنمط الشائع، والتسمية كنواتج تبادل في الألكان والألكين والألكاين أو المشتقات الهالوجينية والأغوال ، والإيثرات الأكسيدية والألدهيدات والكيتونات والأحماض الكربوكسيلية ومشتقاتها والأمينات، ومركبات النترو والأميدات والنتريلات والمركبات الكبريتية والفسفورية العضوية لها (أي للألكان والألكين والألكاين). كما تم التعرف على الخواص الفيزيائة لكل مادة مثل: درجة الغليان (المئوية ، والفهرنهايت ، والكالفن)، ودرجة الانصهار (المئوية ، والفهرنهايت ، والكالفن)، الكثافة، والكثافة النوعية.

٤- حصر الأستخدامات الصناعية في المجالات المختلفة، والمخاطر الصحية على الإنسان والبيئة، ومخاطر الاشتعال والانفجارالتي تتضمن نقطة الوميض ، وحدود الانفجار أو الالتهاب، ودرجة حرارة الاشتعال، وكثافة البخار، وضغط البخار. والضغط الحرج، وحرارة الاحتراق، وحرارة التبخر، والحرارة النوعية، ودرجة خطورة الحريق، والتفاعلات الخطرة: و تتضمن التفاعلات الطاردة للحرارة، التي قد تسبب الاشتعال أو الانفجار.

٥ - تراكيز حد الخطورة ، وذلك وفقاً لبعض المنظمات العالمية، إضافة للتأثيرات السمية عند التعرض الحاد والمزمن في حالة الاستنشاق والابتلاع والتأثير على الجلد والعيون وأعراضه، والتعرض المزمن في الحالات المذكورة، واتخاذ الإجراءات اللازمة في حالة الطوارئ.

٦- طرق التعامل (الحماية الشخصية)، وتتضمن: الأجهزة والمعدات الواقية الواجب استخدامها عند التعامل مع المادة الكيميائية.

٧- الطرق الوقائية عند الانسكاب أو التسرب، وتتضمن الاحتياطات الواجب اتباعها عند الانسكاب أو التسرب، والطرق المناسبة لمعالجته، وطرق التخلص من المادة المنسكبة أو المتسربة.

٨- طرق النقل والتخزين والتخلص من النفايات .

٩- التأثير على البيئة ، وتتضمن تأثير المادة الكيميائية على الأحياء المائية ومصادر المياه وفقاً للمعلومات التي أوردتها وكالات حماية البيئة.

١٠- تصميم و تنفيذ برنامج قاعدة المعلومات المبدئي والتجريبي والنهائي على مراحل. ومن خصائص ومراحل تنفيذ هذا البرنامج أنه يتيح للمستخدم العادي غير المتخصص والمتمرس التعامل مع البرنامج في سهولة ويسر، حيث تعمل النظم على تحديد خصائص النظام للمستخدم ليكون ممثلاً جيداً لمتطلبات مركز المعلومات. وكذلك متطلبات التشغيل قبل البدء في استخدام النظام .

١١- إعداد قوائم بجميع مناطق ومدن ومحافظات المملكة اعتماداً على دليل الترميز الموحد للمناطق والمحافظات والمراكز الإدارية الصادر عن المركز الوطني للوثائق والمحفوظات وديوان رئاسة مجلس الوزراء وفقاً للأمر الملكي رقم (أ/٢٠) وتاريخ ١٤١٤/٣/٣٠ هـ، وتعميم صاحب السمو الملكي وزير الداخلية رقم ٧١٦١ بتاريخ ١٤١٥/١/٢٥ هـ، و قراراته رقم ١٤٩٣ بتاريخ ١٤١٥/٣/١٠هـ.

١٢- إدخال المعلومات والبيانات الخاصة بالمواد الكيميائية وفق المدخلات الواردة. وقد بلغ عدد صفحات المعلومات والبيانات الخاصة لـ (٢٨٠٠) مادة كيميائية حوالي (١٧٥٠٠) بسبع عشرة ألف وخمسمائة صفحة تشتمل على تراميز بعض المدخلات.

١٣- إدخال (٢٧٦٠) منشأة (جهة) تتضمن عناوين و أسماء مسؤولي القطاعات الصناعية والتعليمية والصحية والتجارية بحسب المدن والمناطق والمحافظات . وقد تم بعد ذلك توزيع حوالي (٨٥٦٤٠٨) مادة كيميائية مكررة وغير مكررة على جميع الجهات المذكورة أعلاه.

١٤- طباعة و تدقيق وتنقيح جميع بيانات ومعلومات المواد الكيميائية التي تم إدخالها في القاعدة والتي بلغت حوالي(١٧٥٠٠) صفحة. كما تم إجراء بعض التعديلات على البرنامج للحصول على تقارير نهائية عن كل مادة كيميائية والبحث في القاعدة .

• الاستنتاجات و التوصيات

تنحصر الاستنتاجات والتوصيات فيما يلي:-

١- إنشاء قاعدة معلومات تكون مرجعاً أساسياً تستفيد منه الجهات الأمنية بشكل خاص وغيرها من الجهات المعنية الأخرى في المملكة وذلك في المجالات التالية :-

- تنظيم تداول المواد الكيميائية واستخدامها بشكل دقيق يضمن عدم استخدامها في صناعة المتفجرات والأسلحة الكيميائية .
- إبراز أهميتها للجهات الأمنية في تنفيذ المتطلبات الرقابية المطلوبة .
- وضع ضوابط ولوائح وتنظيمات داخلية تنظم عملية استيرادها ونقلها.
- وضع تنظيمات في المملكة لاتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة لتلافي مخاطرها وأضرارها وكيفية التعامل معها، تسهيلاً لإسعاف المصابين بها وتمهيداً لتدخل فرق الدفاع المدني .
- التعرف على كيفية إتلاف ومعالجة مخلفات المواد الكيميائية بالطرق العلمية السليمة التي تكفل عدم تلويث البيئة.

٢- متابعة حصر المنشآت الجديدة، وما يستجد من مواد كيميائية في المملكة، وذلك عن طريق الجهات التي تصدر الفسوحات مرة كل عام على الأقل.

٣- تحديث المعلومات الواردة في القاعدة بما يخص المنشآت والمواد الكيميائية الجديدة في المملكة ومكافحة الحرائق و التأثيرات السمية و تراكيز حد الخطورة وطرق الإتلاف مرة كل عام.

٤- تحميل القاعدة على شبكة معلومات **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية** و إعطاء " كلمة مرور" للمستخدمين، وقد بدأت المدينة بالعمل على ذلك.



من أجل فلذات أكبادنا

التربة وتسريب المياه

تعتمد سرعة تسرب المياه في الأنواع المختلفة من التربة على نوع وحجم جزيئاتها، فكلما كانت جزيئات التربة كبيرة ازدادت الفراغات بينها، وسهل مرور الماء من خلالها، وقل احتفاظها به، ولذلك نجد أن بعض أنواع التربة تتجمع المياه على سطحها على شكل مستنقعات وتبقى لفترات طويلة، مثل: التربة الطينية والطميية، لأنها تتسرب ببطء إلى باطن الأرض، وأخرى تختفي المياه منها في وقت قصير، مثل التربة الرملية لأنها تتسرب بسرعة إلى باطن الأرض.

يسعدنا في هذا العدد أن نقدم لفلذات أكبادنا تجربة مبسطة توضح الفرق بين أنواع التربة المختلفة التي تتسرب المياه من خلالها.

● الأدوات

ثلاث زجاجات فارغة، وثلاثة أقماع، وصوف قطني، وأنواع مختلفة من التربة (رملية، طينية، وطميية)، وكأس، وماء.

● خطوات العمل

١- ضع قطعة من الصوف القطني في عنق كل من الأقماع الثلاثة.

٢- ضع كمية من الرمل في القمع الأول، وكمية مساوية لها من التربة الطميية في القمع الثاني، وكمية مساوية لها من التربة الطينية في القمع الثالث.

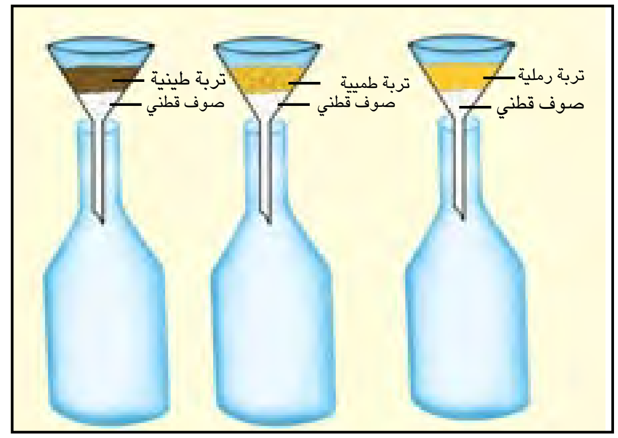
٣- ضع كل قمع من الأقماع الثلاثة فوق زجاجة فارغة، شكل (١).

٤- صب كأساً من الماء في كل قمع من الأقماع الثلاثة.

٥- بعد خمس دقائق انظر إلى كمية الماء التي تسربت إلى الزجاجات الثلاث. ماذا تشاهد؟

● المشاهدة

نشاهد أن كمية الماء المتسربة من القمع المحتوي على الرمل أكثر من كمية الماء المتسربة من القمع المحتوي على التربة الطميية. أما كمية الماء المتسربة من القمع المحتوي على التربة الطينية فهي أقل من الجميع، شكل (٢).



شكل (١)



شكل (٢)

● الاستنتاج

نستنتج من هذه التجربة أن الماء يتسرب من التربة الرملية بسرعة ولا تحتفظ إلا بكمية قليلة منه. أما التربة الطميية فقدرتها على تسريب الماء أقل، ولذا فإنها تحتفظ بكمية أكبر من الماء. بينما تكون التربة الطينية أقل تسريباً للماء وأكثر احتفاظاً به.

المصدر

ـ الموسوعة العلمية الميسرة (١)، الكائنات الحية، الدار الشرقية، القاهرة، ١٩٨٩م.

تغليف دعامات شرايين القلب

تتمثل دعامات شرايين القلب (Arteries Stents) في أنابيب صغيرة يزرعها الأطباء لفتح شرايين القلب المسدودة، وعلى الرغم من أهميتها فإنها قد تنقفل مرة أخرى فور زراعتها. ولعلاج هذه الحالة فإن التشعيع المباشر داخل الأوعية الدموية هي الطريقة المسموح بها حالياً.

تمكن العلماء من إيجاد طريقة حديثة لإزالة انسداد شرايين القلب عن طريق تغليف دعامات الشرايين من الداخل بدواء يعمل على إزالة الترسبات، وبذلك يمكن تفادي استخدام التشعيع لماله من أخطار.

شهدت العقود الحالية استخدام القسطرة والبالون لإزالة الترسبات داخل الشرايين التاجية للقلب فيما يسمى بالجراحة الوعائية (Angio plasty)، ولكن من عيوب هذه الطريقة أنها مؤقتة للكثير من المرضى، ولذلك أجازت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية استخدام الدعامات الفلزية عام ١٩٩٤م ليتم تعديلها عام ٢٠٠٣م بالدعامات المغلقة بالعقار.

ويذكر **جريق ستون (Gregg W. Stone)** من جامعة كولمبيا، أن التحول إلى الدعامات قد تسبب في انسداد الشرايين لحوالي ٢٠٪ من المرضى، وذلك بسبب تراكم خلايا ومواد بروتينية. إلا أنه تم التغلب على المشكلة بحقن الدعامات بكريات مشعة صغيرة الحجم، ولكن لايخفى على أحد مخاطر تلك التقنية فضلاً عن تكلفتها العالية.

ويضيف **ستون** أن التشعيع قد يؤدي في بعض الأحيان لانسداد الشرايين مرة أخرى بسبب تعرض الأوعية للتمزق من الأطراف.

ويذكر **ديفيد موليترينو (David Moliterno)** أن الدعامات المغلفة من الداخل بالدواء تجعل من الممكن تجنب ظهور الترسبات مرة أخرى خاصة إذا استخدمت عند بداية الجراحة، لأن الدواء سوف ينطلق منها ببطء ليفعل فعله العلاجي.

تم مقارنة طريقة تشعيع الدعامات، وطريقة تغليفها بالدواء على ٧٨٠ شخصاً. أظهرت النتيجة تفوق طريقة التغليف بالدواء على طريقة التشعيع، إذ بعد مضي ستة أشهر احتاج ٩٪ و ١١٪ من الذين استخدموا الدعامة المغلقة بدواء الرابامايسين (Rapamycin) والتاكسول (Taxol) على التوالي إلى إعادة فتح الأوعية، بينما وصلت النسبة في حالة التشعيع إلى ٢٠٪.

المصدر :-

http://www.sciencenews.org/articles/20060318/fob2.asp

الكاكاو لخفض ضغط الدم

أشارت دراسة حديثة إلى أن تناول الكاكاو أكلاً أو شرباً يعمل على تخفيض ضغط الدم، وبالتالي يحد - بإذن الله - من التعرض للموت عند كبار السن.

وعلى الرغم من الزعم بالعلاقة الايجابية للكاكاو بصحة الأوعية القلبية منذ القرن الثامن عشر، إلا أن الباحثين تنبهوا أخيراً إلى ضرورة تجميع معلومات علمية تؤيد ذلك. وقد تأكد أخيراً أن الكاكاو يحتوي مواد تدعى فلا فان - ٣ - أولات (Flavan-3-ols) لها علاقة بتخفيض ضغط الدم وتحسين أداء خلايا جدران الأوعية الدموية.

قام **براين بيوجيس (Brain Buigsse)** ومجموعته من المعهد الوطني للصحة العامة والبيئة في هولندا، ببحث العلاقة بين تناول الكاكاو والصحة القلبية لـ ٤٧٠ رجلاً من الهولنديين تتراوح أعمارهم مابين ٦٥ إلى ٨٤ سنة. تم الكشف الطبي على الرجال المذكورين ومعرفة عاداتهم الغذائية عند بداية التجربة عام ١٩٨٥م ومتابعة صحتهم من عام ١٩٩٠م إلى ١٩٩٥م، تلا ذلك تقسيمهم إلى ثلاث مجموعات حسب كمية الكاكاو التي يتناولونها.

أظهرت نتائج قياس ضغط الدم خلال الخمسة عشر عاماً التالية من ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٥م، أن المجموعة التي داومت على تناول الكاكاو انخفض ضغطها انخفاضاً معنوياً مقارنة بالمجموعة التي لم تتناول الكاكاو. كذلك توفي ٣١٤ شخصاً خلال تلك الفترة، منهم ١٥٢ بسبب أمراض الأوعية القلبية.

وبالرغم من أن التجربة أشارت إلى احتمال تعرض ٥٠٪ من الذين تناولوا كميات كبيرة من الكاكاو للإصابة بأمراض الأوعية القلبية، إلا أن تناوله من شأنه أن يخفض تلك النسبة إذا أخذ في الاعتبار عوامل أخرى مثل: الوزن، وعادات التدخين، والرياضة، والحمية الغذائية، وتناول الكحول.

ويرى الباحثون أن تناول الكاكاو لايمكن اعتباره مخفضاً لضغط الدم فقط، بل إن الأمر يستدعي النظر في آليات أخرى مساعدة في إطالة العمر بإذن الله. ويعد وجود كميات كبيرة من مضادات الأكسدة في الكاكاو أحد الأسباب الأخرى لتخفيض نسبة التعرض للموت لمرضى القلب، حيث إن ذلك يحمي بإذن الله من أمراض مميتة أخرى مثل مرض الانسداد الرئوي، والسرطان.

المصدر :-

http://www.sciencdaily. com/releases/2006/02/060228090619.htm

إزالة ثاني أكسيد الكربون

أفلح العلماء في تصنيع مادة مكونة من فلز ومواد كربونية تفوق المواد المسامية في ادمصاص (Adsorption) ثاني أكسيد الكربون، حيث يمكن الاستفادة من هذه المادة لتقليل التلوث بهذا الغاز عند انبعاثه من محطات الطاقة.

قدرت وكالة الطاقة الأمريكية أن محطات توليد الطاقة الكهربائية تساهم بحوالي ٤٠٪ من كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث عن الأنشطة الأخرى في أمريكا، وعليه يمكن الاستفادة من المادة المذكورة لاصطياد هذا الغاز عند انبعاثه من مداخن هذه المحطات.

قام **عمر ياجي (Omer M. Yaghi)** وأندرو **ملوارد (Andrew Millward)** من جامعة ميشجان، بقياس السعة الادمصاصية لثاني أكسيد الكربون المدمص بواسطة تسع بنيات عضو فلزية (Metal- Organic Frame Work) تحتوي كل بنية على مواد عضوية مضاف إليها إما فلز الخارصين أو النحاس، حيث تم تعريض كل بنية إلى كميات متزايدة من ثاني أكسيد الكربون داخل وسط مغلق عند درجة حرارة الغرفة. أظهرت النتيجة أن البنية المحتوية على الخارصين -مساحة سطحها ٤,٥ كيلو متر مربع لكل جرام- ابتلعت الكمية الأكبر من ثاني أكسيد الكربون، حيث بلغت تلك الكمية ١,٤ مرة من وزنها.

ويذكر **ياجي** أن البنيات المذكورة تتفوق في ادمصاص ثاني أكسيد الكربون لأنها تستطيع حشد جزيئات الغاز لتلاصق بعضها البعض على الرغم من وجود قوى التنافر بينها، وذلك بسبب أن قوى التجاذب العضو فلزية أقوى من قوى التنافر بين جزيئات ثاني أكسيد الكربون. وعليه فإن الفراغات داخل البنية تجعل ثاني أكسيد الكربون يحتل أقل حجم ممكن مقارنة بحجمه إذا كان لوحده.

ويضيف **ياجي** أن طلاء جدران إناء بالبنية المذكورة يمكن أن يبتلع تسع مرات حجمه من ثاني أكسيد الكربون وحوالي ضعف حجمه إذا كان مطليا بالكربون فقط. ويعمل **ياجي** وزميله مع مهندسين على الاستفادة من هذه التقنية على نطاق تجاري.

ويستطرد **ياجي** أنه يمكن إعادة استخدام تلك البنيات مرة أخرى لأنه في وجود ضغط منخفض في المداخن فإن الغاز سوف يخرج ليتم استخدامه في صناعات بتروكيميائية مثل صناعة البوليمرات.

المصدر :-

http://www.sciencenews.org/articles/20060107/fob4.asp



مـع القـــراء

قراءنا الأعزاء

يبدو أن بعضاً من القراء الكرام لا يعرفون المنهج الذي تتميز به مجلة العلوم والتقنية دون غيرها من المجلات العلمية في الوطن العربي، فهي مجلة توعوية تعالج موضوعاً علمياً واحداً في عدد أو أكثر. فمثلاً تم تناول موضوع «الإبل» في ثلاثة أعداد وقس على ذلك الموضوعات الأخرى مثل الخيل والنخيل والانترنت وأمراض الدم وهكذا... وعليه فليس صحيحاً أن يعتقد القراء أن هذه المجلة متخصصة فقط في موضوع الانترنت أو الإبل أو النخيل، بل إن انتقالنا من موضوع إلى آخر يهدف إلى تنويع المعرفة العلمية بعد أن يكون قد غطينا كل موضوع تناولناه تغطية شاملة حتى تكون المجلة مرجعاً علمياً يمكن الرجوع اليه متى ما دعت الضرورة.

● **الأخ الكريم / زايد عثمان بن منصور - الجزائر**

نشكرك على تواصلك معنا ونحمد الله أن المجلة بدأت في وصولها إليك، وسوف تستمر بإذن الله تعالى، إلا إذا تغير عنوانك ولم تشعرنا بذلك، مما يؤدي إلى إعادتها إلينا، وبالتالي نقوم بحذف الاسم من القائمة.

● **الأخ الكريم / محمد مجاهد خليل - جمهورية مصر العربية**

نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة ومحتواها، وللمعلومية يا أخينا نحن لا نقطع تواصلنا مع أي قارىء، إلا إذا حدث خلل في الاتصال به، كأن تعود المجلة إلينا دون إستلامها منه، مما يجعلنا نحذف اسمه من القائمة، وسنحاول بإذن الله تعالى إعادة اسمك إلى القائمة، وتزويدك بالمتوفر من أعداد المجلة.

● **الأخت الكريمة / سميرة عثمان مكاحلية - الجزائر**

استلمنا رسالتك ونشكرك على حسن الثقة بالمجلة والقائمين عليها، ويسرنا إفادتك بأننا سنحاول إدراج اسمك في قائمة الاهداءات حسب الإمكانية.

● **الأخ / الكريم خليل بن العربي نقاش - الجزائر**

نشكرك على رسالتك ونأمل أن يتحقق طلبك في القريب العاجل.

● **الأخ الكريم / كامل بن محمد العسيري - أبها / المملكة العربية السعودية.**

نشكرك على رسالتك، وكان بودنا لو ذكرت كيف حصلت على العددين اللذين بحوزتك، هل كان ذلك عن طريق الإرسال المباشر؟، أم أنك قمت بشرائها من أحد المكتبات؟، أم حصلت عليها من بعض الاصدقاء؟. كما نود إفادتك بأنه سيتم إدراج اسمك.

● **الأخت الكريمة / الصافية عشوش - الجزائر**

نحن في الحقيقة لانستطيع تحقيق جميع الطلبات من الجزائر الشقيق لكثرتها، ولكن نحاول تحقيق ذلك بقدر الإمكان. ولذا فسيتم وضع اسمك في قائمة الانتظار راجين أن يدرج في القريب العاجل.

● **الأخ الكريم / بن عمر عمر - الجزائر**

نشكرك على ثنائك العاطر بالمجلة، وهذا بلاشك يزيدنا فخرنا واعتزازاً ويدفعنا إلى بذل المزيد من الجهد في سبيل الارتقاء بها لنرضي طموح القارىء الكريم. أما من حيث إنقطاعها فلا نعلم سبب ذلك. وسنحاول إدراج اسمك مرة أخرى حسب الإمكان، ولك تحياتنا.

● **الأخ الكريم / عمرو الخضر - سوريا**

ببالغ الشكر والتقدير تلقينا رسالتك المحملة بعبارات الإطراء والثناء على المجلة ومحتواها، وإننا إذ نقدر لك ذلك فإنه يسعدنا إدراج اسمك في قائمة الإهداءات. أما طلبك فسيتم تحقيقه حسب الإمكان.

● **الأخت الكريمة / جميلة قدوري - الجزائر**

إن همنا الوحيد هو رضاء القارىء الكريم عن مجلة العلوم والتقنية من حيث المحتوى والاخراج وتواصلاً معه، ولو أننا في النقطة الأخيرة من رسالتك قد لانستطيع تحقيقها، ولكننا سنحاول بقدر المستطاع.

● **الأخ الكريم / أحمد بولعكاكز - الجزائر**

نحن يا أخ أحمد نحاول جاهدين في المحافظة على قرائنا والتواصل معهم، ولكن قد توجد ظروف خارجة عن إرادتنا، ولكن نظراً لانقطاع المجلة عنك فسنحاول إيجاد السبب، فإذا كان نتيجة لسقوط اسمك من قوائمنا فسنقوم بإعادته حالاً بإذن الله. إما إذا كان نتيجة لتغير عنوانك دون إشعارنا بذلك فسنضع اسمك على قائمة الانتظار.

● **الأخت الكريمة / غدير محمد مبارك باحيد - جدة / المملكة العربية السعودية**

نشكر لك ثنائك على المجلة وسنحاول إدراج اسمك في قائمة الاهداءات، آملين أن تصلك في القريب العاجل.

● **الأخ الكريم / محمد بن علي القحطاني - مكة المكرمة / المملكة العربية السعودية**

نشكرك على رسالتك، وستصلك بإذن الله الأعداد الخاصة بالإنترنت.


في
العدد المقبل
الوقـود
(الجزء الثاني)



وقود الديزل (ص ٤٠)

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية



• مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة العشرون • العدد التاسع والسبعون • رجب ١٤٢٧ هـ/أغسطس ٢٠٠٦م

الوقـــود

(الجزء الثاني)

- الغـــاز الحيــوي
- الوقــود الثلجي
- الوقــود النــووي

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهـــاج النشـــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .

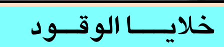
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

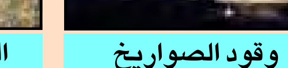
٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

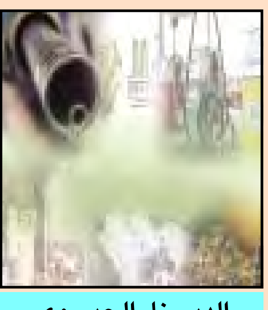
٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويـــات العـــدد


خلايـــا الوقـــود



وقود الصواريخ



الديـــزل الحيـــوي

المراســـــلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ(فاكس) ٤٨١٣٣١٣
البريد الإلكتروني : **jscitech@kacst.edu.sa**

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها



العلوم والتقنية

المشـرف العـام

د. صـالـح عبد الرحـمن العـذل

نائـب المشـرف العـام ورئيـس التحريـر

د. عبد اللـه أحمـد الرشـيـد

هيئـة التحريـر

د. سليـمـان بن حـمـاد الخـويطـر
د. عبد الرحمن بن محمد آل إبراهيم
د. دحام إسـماعـيل العـانـي
د. جـميـل عـبـد القـادر حـفـني
د. أحـمـد عـبـد القـادر المهندس
د. محـمد بن عـبـد الرحمن الفـوزان

* * *



كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يلعب الوقود دوراً هاماً في حياتنا اليومية، فبدونه لا يمكن تسيير الآلات والمحركات التي توفر علينا الجهد والوقت. تم تخصيص عددين من مجلة العلوم والتقنية لهذا الموضوع، فقد استعرض العدد السابق (الجزء الأول) أنواع الوقود ذات الأصل الأحفوري متمثلة في مشتقات النفط من جازولين وكيروسين وديزل وغاز وغيرها، وما يضاف إليها لاستخلاصها وتحسين فعاليتها، كما تم تغطية الفحم الحجري كمصدر وقود أحفوري رئيسي منافس لمصادر الوقود الأخرى.

قراءنا الأعزاء

رغم أن الوقود الأحفوري يمثل أكثر من ٨٥٪ من مصادر الوقود إلا أنه وقود ناضب، إضافة إلى أن أسعاره آخذة في الارتفاع في ظل التوسع في استهلاك الطاقة، ولذلك هناك سعي دؤوب للبحث عن مصادر جديدة للوقود التي تمثل حلم المستقبل لسد الفجوة العالمية للوقود. ولهذا يسعدنا أن نضمن في هذا العدد كل ما يتعلق بمصادر الوقود الأخرى، وكافة أنواع الوقود الأحفوري التي لم يتم التطرق إليها في العدد السابق و أنواع أخرى من الوقود غير الأحفوري التي يطلق عليها الوقود المتجدد.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نتناول في هذا العدد المواضيع التالية:

وقود الكتل الحيوية، الغاز الحيوي، الوقود الثلجي، وقود الأسيتيلين، وقود الهيدروجين، خلايا الوقود، وقود الصواريخ، الوقود النووي، الديزل الحيوي، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجنا على تضمينها في كل عدد.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

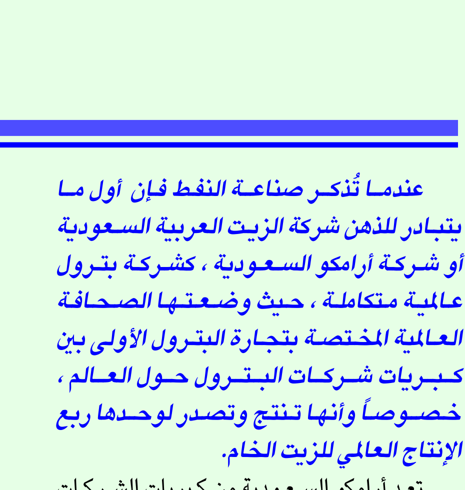
د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
أ. حمد بن محمد الحنطي
أ. خالد بن سعد المقبس
أ.عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
أ. وليد بن محمد العتيبي

التصميم والإخراج

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

*****





مصافي تكرير النفط بالمملكة

عندما تُذكر صناعة النفط فإن أول ما يتبادر للذهن شركة الزيت العربية السعودية أو شركة أرامكو السعودية، كشركة بترول عالمية متكاملة، حيث وضعتها الصحافة العالمية المختصة بتجارة البترول الأولى بين كبريات شركات البترول حول العالم، خصوصاً وأنها تنتج وتصدر لوحدها ربع الإنتاج العالمي للزيت الخام.

تعد أرامكو السعودية من كبريات الشركات التي تمتلك مخزوناً ضخماً من الغاز الطبيعي، حيث تقوم بتوسيع إنتاجه لمقابلة الاستهلاك المحلي المتزايد بسبب التطور الصناعي والاقتصادي، كما تدير وتشغل مجموعة مصافي وشبكة توزيع داخل المملكة العربية السعودية، تمتلك منها خمس مصافي بالكامل، وتشترك في ملكية مصفاتين إحداهما مع شركة موبيل في مدينة ينبع على البحر الأحمر، والأخرى مع شركة شل في مدينة الجبيل على الخليج العربي.

أما خارج المملكة فقد أنشأت أرامكو شراكات في معامل تكرير البترول مع شركات رائدة في الولايات المتحدة، والفلبين، وجمهورية كوريا، واليونان. تمتلك أرامكو السعودية شركة فيلا البحرية المحدودة والتي تدير وتشّغل أكبر وأحدث أسطول للناقلات العملاقة في مجال النفط. ولتوضيح دور المملكة في إنتاج النفط كمركز ثقل في الاقتصاد العالمي لابد من الإشارة إلى مجموعة مصافي النفط العاملة حالياً، وهي كالتالي:

مصفاة رأس تنورة

تعد مصفاة رأس تنورة أقدم وأكبر مصفاة بترول في السعودية، وقد بدأت العمل في سنة ١٩٤٥م، بسعة إنتاجية قدرها ٥٠ ألف برميل في اليوم وتعاقبت عليها التوسعات عبر السنين حتى وصلت طاقتها الإنتاجية عام ١٩٨٠م إلى ٥٣٠ ألف برميل في اليوم، وتم توسعة المصفاة خلال الثمانينات عندما أضيف لها وحدة تكرير زيت خام جديدة بطاقة ٢٦٥ ألف برميل في اليوم، ووحدة تقطير للشفط بطاقة ٢٠ ألف برميل في اليوم لتحل محل وحدتيها القديمتين اللتين كانت تنتجا ٩٠ ألف برميل في اليوم ١٥ ألف برميل في اليوم على التوالي.

في ديسمبر ١٩٩٠م شب حريق في إحدى الوحدات التي كانت تنتج ٢٦٥ ألف برميل في اليوم وقضى عليها، فقررت أرامكو حينها رفع مستوى المصفاة وتحديثها وزيادة إنتاجها، وقد تم ترسية إدارة العقد على شركة براون آند رود الأمريكية في أغسطس ١٩٩٠م، حيث تم وضع برنامج من ٣ مراحل لتصميم مصفاة تنتج مليون برميل في اليوم بحلول ٢٠٠٧م.

كلف مشروع تطوير المصفاة مع المرافق الإضافية بين ١٩٩٥، ١٩٩٩م حوالي١,٣ بليون دولار لإنتاج ٦٠ ألف برميل من الزيت في اليوم و ٤٤ ألف برميل ومنتجات ثانوية أخرى، كما تم زيادة طاقة المصفاة لتنتج ٣٢٥ ألف برميل في اليوم، وزيادة إنتاجها من الزيوت الغازية إلى ١٢٦ ألف برميل في اليوم، والجازولين إلى ١١٥ ألف برميل في اليوم، والزيوت الثقيلة إلى ١٢٥ ألف برميل في اليوم، وبقي وقود الطائرات على ١٠ ألف برميل في اليوم، ونقص إنتاج زيوت الوقود بنسبة تتراوح مابين ٤٣٪ إلى ٢٢٪.

تم جدولة اكتمال المشروع في نوفمبر ١٩٩٨م، لكن حدث حريق في إحدى المعامل أجّل قرار أرامكو في تشغيل الوحدة إلى أجل غير مسمى. وبعد أن تم تشغيل الوحدة في النصف الثاني مع العام ٢٠٠٠م – تم إيقاف الإنتاج عدة مرات – بسبب مشاكل تقنية، ثم أغلقت المحطة من يناير ٢٠٠٢م، عندها أدخل مكثف تجزئة بقدرة ٢٠٠ ألف برميل في اليوم لتزداد قدرة التصفية إلى ٥٢٥ ألف برميل في اليوم، وقد استدعى المشروع إنشاء مرافق أخرى ومجمعات في بقيق وتمديد خطوط أنابيب ناقلة إلى حوض التكثيف من مشروع الحوية للغاز إلى بقيق ورأس تنورة وتوسعة إمكانيات التصدير.

الجدير بالذكر أنه تم الاستفادة من مصفاة رأس تنورة لتصفية الزيت الثقيل وخليط الزيت العربي الخفيف؛ من أجل زيادة إنتاج الديزل ووقود الطائرات والكيروسين والنفثا، وتخطط أرامكو السعودية الآن لإنشاء سوائل مساعدة في عمليات التحويل بتكلفة ٥٠٠ مليون دولار.

مصفاة الرياض

بدأ الإنتاج في مصفاة الرياض سنة ١٩٧٥م، بطاقة ١٥ ألف برميل في اليوم، ارتفعت إلى ٢٠ ألف برميل في اليوم سنة ١٩٧٧م، وتم إضافة وحدة تكرير كاملة جديدة في سنة ١٩٨١م لتصبح طاقة المصفاة ١٢٠ ألف برميل في اليوم. وقد أنفقت أرامكو السعودية ١٩٠مليون دولار لرفع مستوى المصفاة في سنة ١٩٩٨م، بإنشاء وحدات تحويل جديدة وتحسين الكفاءة وتطوير أجهزة التحكم والتشغيل، وإجراء التجديدات بواسطة شركة ماكونيل دوويل (نيوزيلندا) بالمشاركة مع شركة بيتروكون الأمريكية بتكلفة ٦٢ مليون دولار. كما تخطط أرامكو لإنشاء وحدة (تجزيئية) لزيادة إنتاج الجازولين في المستقبل.

مصفاة ينبع أرامكو

تم إنشاء مصفاة ينبع بواسطة أرامكو السعودية بتكلفة ١,٤ بليون دولار لإنتاج ١٩٠ ألف برميل في اليوم سنة ١٩٨٣م، بقدرة إنتاج :

١– وقود صناعي بطاقة ٧٣٥٣٠ برميل في اليوم.

٢– ديزل ووقود السفن بطاقة ٣٧ ألف برميل في اليوم.

٣– جازولين ممتاز ٢٤ ألف برميل في اليوم.

٤– جازولين عادي ٨١٥٠ برميل في اليوم.

٥– غاز طبيعي ١٢٤٠٠ برميل في اليوم.

تم في إبريل ٢٠٠٣ ترسية مشروع وتوقيع عقد بتلكفة مليون دولار مع شركة (Snamprogetty) – الفرع الإنجليزي للشركة الإيطالية – بإنشاء وحدتي تكرير بمصفاة ينبع، وعقد إدارة وتشغيل بإنشاء محطة تكرير ومحفزات مساعدة بطاقة ٤٠ ألف برميل في اليوم و ١٥ ألف برميل في اليوم نفثا، ووحدة (تجزيئية) مصممة لزيادة إنتاج المصفاة من الجازولين الخالي من الرصاص. ووضعت الخطة لإكمال المشروع في ٢٠٠٥م، حيث تم التعاقد مع شركة فوستر ويلر بأعمال التجهيز الهندسي والتصميم للمشروع.

مصفاة جدة

تم إنشاء مصفاة جدة بواسطة الشركة العربية السعودية للتكرير (ساركو) (Saudi (Arabian Refinery company-SARCO) في سنة ١٩٨٦م بطاقة ابتدائية ١٢ ألف برميل في اليوم، ثم صدر القرار الملكي بدمج الشركة مع شركة أخرى وتسميتها باسم جديد هو شركة مصفاة جدة (Jeddan Oil Refinery company-JORC) تمتلك بترومين ٧٥٪ من أسهمها و ٢٥٪ الباقية لساركو. تتكون المصفاة التي تعود ملكيتها الآن الى أرامكو السعودية من ست وحدات لتكرير الزيت الخام لإنتاج الجازولين وإزالة الكبريت وإنتاج الكيروسين والتصفية الفراغية وإنتاج الأسفلت، وتم رفع الطاقة إلى ٩٩٥٠٠ ألف برميل في اليوم سنة ١٩٧٨م، كما تم تطويرها في سنة ١٩٨٠م لتصل إلى ١٥٠ ألف برميل في اليوم. وفي عام ١٩٩٦م تراجعت المحطة إلى تشغيل وحدة واحدة فقط فانخفض الإنتاج إلى ٤٥ ألف برميل في اليوم، ولكن أدت زيادة إنتاج المواد المساعدة في عام ١٩٩٩م إلى زيادة تكرير الجازولين والغاز الطبيعي بطاقة ٣ مليون برميل و ٨٠٠ ألف برميل على التوالي، ثم ارتفع الإنتاج في سنة ٢٠٠١م إلى ٦٠ ألف برميل في اليوم.

مصفاة الجبيل

تعد هذه المصفاة الثانية التي أنشئت للتصدير عام ١٩٨٦م، وتعتبر واحدة من أحدث المصافي في العالم، وتقدر طاقتها ٢٥٠,٠٠٠ برميل في اليوم، وقد تم تطويرها بواسطة شركة بترومين شل، وبعد دخول أرامكو تم تسميتها مصفاة أرامكو شل (ساسريف). تقدر تكلفة إنشاء المصفاة بحوالي ١,٤ بليون دولار، وتضم وحدتي تكرير ووحدة تقطير فراغي تنتج ٢٦٠ ألف برميل في اليوم، ووحدات إزالة الكبريت، ووحدة العطريات التي تنتج الجازولين، كما تنتج ٩٤ ألف برميل في اليوم من الغاز، و ٩٤ ألف من النفثا، و٦٧ ألف من وقود عالي الكبريت، و ٥ آلاف برميل جازولين خاص لمصانع البتروكيميائيات كما تم تصميمها لتكون قادرة على تحويل الزيوت الثقيلة إلى زيوت خفيفة.

تم زيادة الطاقة التشغيلية للمحطة وتخفيض نسبة الوقود من ٢٩٪ إلى ٢٤٪، وزيادة إنتاج المنتجات الوسطية، كما تخطط المصفاة لإقامة وحدة غاز حرارية لتتكامل مع التشغيل التربيني للغاز في أبريل ٢٠٠٢م.

مصفاة ينبع بترومين

تم إنشاء هذه المصفاة بين شركة بترومين وشركة موبيل تحت شركة تضامن باسم (بيمريف) (Petromin -Mobil Rerining company - PEMREF). وبعد تحول ملكية بترومين إلى أرامكو السعودية تحول اسم الشركة إلى شركة مصفاة أرامكو وموبيل (سماريف)، لتقوم بإنتاج ٢٥٠ ألف برميل في اليوم منها ٦٨ ألف برميل في اليوم من الجازولين الممتاز، و ٧٥ ألف برميل في اليوم ديزل، و ٥٤ ألف برميل في اليوم من الزيت الثقيل، و ٣٥ ألف برميل في اليوم وقود طائرات و ١٨ ألف برميل في اليوم نفثا.

كما تم إنشاء ثلاث وحدات للتكرير بواسطة شركة (JGC) اليابانية ما بين عامي ١٩٨٩ و ١٩٩٢م، ووحدة تجزيئية لرفع رقم الأوكتان في الجازولين - اكتملت في العام ١٩٩٠م - بالإضافة إلى وحدة (Methyl Tert Butyl Ether -MTBE) بطاقة إنتاجية قدرها ٢٠٠٠برميل/اليوم، لتصبح الطاقة القصوى للمصفاة حوالي ٣٦٥ ألف برميل يومياً تتكون من ٣٠٪ ديزل، ٢٥٪ جازولين ممتاز، ١٨٪ زيت ثقيل، ١٥٪ وقود طائرات ١٠٪ جازولين عادي، ٢٪ كبريت.



مصفاة رابغ

أنشئت مصفاة رابغ على شاطىء البحر الأحمر بطاقة ٤٢٥ ألف برميل في اليوم بين بيترومين وشركة بتروليا اليونانية. وتم تحويل ملكية الشركة اليونانية إلى أرامكو السعودية في ١٩٩٣م واكتمل ذلك في ١٩٩٥م. تم التخطيط لتشغيل المصفاة في سنة ١٩٨٥م ولكن تم تأجيل ذلك لمدة خمس سنوات حتى يناير ١٩٩٠م، وبالرغم من أنها آخر المصافي إنشاءً، ولكنها تعد الأقل حداثة بين مصافي السعودية، حيث أنها لاتزيد عن كونها محطة تنتج ٧٥ ألف برميل نفثا يومياً، و ٧٤ ألف برميل في اليوم غاز خالي من الكبريت و ٣٦ ألف برميل في اليوم كيروسين، وتنتج كمية كبيرة من الزيوت كلها للتصدير.

تم رصد ١,٨ بليون دولار لتطوير وتحسين ورفع كفاءة إنتاجية هذه المحطة؛ لإنتاج الجازولين ووقود الطائرات والكيروسين، كما قامت أرامكو بعمليات تعمير مكائن وأجهزة المصفاة وإغلاق المحطة مدة ٤٥ يوماً في سنة ١٩٩٨م، وقد زاد ذلك من قدرة المحطة على التكرير إلى ٤٢٥ ألف برميل في اليوم، وتضع شركة أرامكو السعودية مزيداً من الخطط لزيادة القدرات التكريرية للمحطة لإنتاج الجازولين والكيروسين مستقبلاً.

مصفاة الخفجي

تعمل مصفاة الخفجي في المنطقة الحدودية بطاقة إنتاجية قدرها ٣٠ ألف برميل يومياً، وكانت تديرها الشركة العربية للبترول منذ إنشائها في عام ١٩٩٦م، حتى نهاية فبراير عام ٢٠٠٠م، ليتم استلامها وتحولها إلى شركة أرامكو السعودية، وتم من خلالها التصميم لتصفية الزيت الخام بالخفجي، وإنتاج النفثا ووقود الديزل لتصديره إلى اليابان، كما تقوم المحطة بإنتاج وقود السفن العملاقة مستفيدة في ذلك من ميناء الخفجي.



وقود الكتل الحيوية

أ.د. إبراهيم محمد إبراهيم عارف

الكتل الحيوية *(Biomass)* هي المادة النباتية، مثل الأشجار والأعشاب والأخشاب والمحاصيل الزراعية والفحم الذباتي أو أي مواد حيوية أخرى، إضافة إلى روث البهائم والمخلفات الحيوانية، والتي يمكن الاستفادة منها في إنتاج الطاقة بمختلف صورها وأشكالها الحرارية منها والكهربائية والكيميائية، وذلك عن طريق استخدامها مباشرة كوقود صلب، أو تحويلها إلى مواد سائلة أو غازية لتوليد طاقة حيوية *(Bioenergy)* بواسطة المصافي الحيوية *(Biorefineries)*.

تعد الكتل الحيوية أول مصدر للطاقة عرفها الإنسان منذ أن هبط إلى الأرض، وقد أشار القرآن الكريم إلى استخدام الإنسان للأشجار كوقود في معرض تبيان قدرته سبحانه وتعالى وتحديه للمشركين في قوله تعالى: ﴿أفرأيتم النار التي تورون أأنتم أنشأتم شجرتها أم نحن المنشئون﴾ الواقعة ٧١-٧٢)، كما امتن الله على عباده بأن خلق لهم الشجر الذي يوقدون النار منه فيستخدمونها في طهي طعامهم وتدفئة أجسامهم ومساكنهم، حيث يقول تبارك وتعالى: ﴿الذي جعل لكم من الشجر الأخضر ناراً فإذا أنتم منه توقدون، يس ٨٠) [يس: ٨٠]

ومع مرور الأيام وتطور ورقي الإنسان اكتشفت مصادر أخرى للطاقة، وأصبحت هذه المصادر تشكل نسبة عالية من استهلاك البشر خصوصاً في الدول المتقدمة، إلا أن الكتل الحيوية لا زالت تشكل المصدر الرئيسي للطاقة في كثير من الدول الفقيرة، خصوصاً في المناطق الريفية، إذ أن أربعةً من كلّ خمسة من البشر في المناطق الريفية في البلدان النامية يعيشون دون كهرباء، يتركز أغلبهم في جنوب آسيا وأفريقيا (جنوب الصحراء الكبرى). ففي المناطق الريفية لأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ـ على سبيل المثال ـ تحمل النساء ما معدّله ٢٠ كيلوجراما من حطب الوقود لمسافة خمسة كيلومترات يوميا لسد احتياجهم من الطاقة. وفي أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ما يزال أكثر من ٩٢ ٪ من سكان الريف دون كهرباء، ومما يجدر ذكره أن إيصال شبكة كهربائية لعدد قليل من الأسر في مُحيط ريفي معيّن قد يتمخّض عن تكاليفَ قد تصل إلى ٠,٧٠ دولار أمريكي لكلّ كيلواط – ساعة، أي بمقدار سبعة أضعاف تكلفة توفير الكهرباء لإحدى المناطق الحضرية.

الاستهلاك العالمي من الطاقة

يعد النفط المصدر السائد للطاقة الأوّلية في وقتنا الحاضر، حيث يشكل ما يزيد عن ٣٥٪من مجموع الاستهلاك التجاري للطاقة الأوّلية في العالم، ويحتلّ الغاز الطبيعي المرتبة الثانية بنسبة تصل إلى ٢٨٪، ويتلوه الفحم في المرتبة الثالثة بنسبة ٢١٪. ولكن هذه الأنواع من الوقود الاحفوري تعد المصادرَ الرئيسية لغازات الاحتباس الحراري (غازات الدفيئة) التي تتسبّب في ظاهرة الاحترار العالمي، وبالتالي تغيّر المناخ. ويمثّل حطب الوقود مع الفحم النباتي وغيرهما من أنواع الوقود الحيوي ما نسبته ١٠٪ من مجموع الاستهلاك العالمي للطاقة الأوّلية. أمّا الطاقة النووية فتمثّل نسبة ٧,٦ ٪، أما الطاقة المائية وغيرها من مصادر الطاقة المتجدّدة (الحرارة الباطنية الأرضية ، والشمسية والرياح) فتمثّلان نسبة ٢,٧ و ٠.٧ ٪، على الترتيب.

زاد استهلاك البلدان النامية من الوقود الخشبي زيادة مستمرة نتيجة لزيادة عدد السكان، ومع ذلك فإن نسبة استخدامه لإنتاج الطاقة تعد في تناقص مستمر مقارنة بالاستهلاك الكلي من الطاقة على مستوى العالم، وذلك نتيجة للزيادة في استخدام أنواع الوقود الاحفوري مثل النفط والفحم والغاز، بسبب أن الوقود الاحفوري يلبي الجزء الاكبر من الزيادة في الطلب على الطاقة في أغلب البلدان المتقدمة. من جانب آخر من المتوقع زيادة الإقبال على استخدام الكتل الحيوية للحصول على الطاقة عن طريق تحويلها إلى غاز حيوي بالاعتماد على عمليات التخمير، حيث بدأ هذا النوع من الطاقة ينتشر للتقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري، فقد



■ حطب الوقود، أهم مصادر الطاقة في البلدان الفقيرة والنامية.



■ الفحم النباتي، وقود نظيف.

استخدمت الصين هذه التقنية منذ أكثر من ٢٠ عاماً، حيث لديها نحو ١٠ ملايين من أجهزة انتاج الغاز الحيوي المعتمدة على النفايات الحيوانية.

مميزات وعيوب وقود الكتل الحيوية

تتميز الطاقة الحيوية في أنها يمكن أن تسهم في استبدال أنواع الوقود الأحفوري المستوردَة، مما يعزّز الأمن الوطني في مجال الطاقة وتنوع مصادرها، كما يمكن للاستخدام المتزايد لأنواع الوقود الحيوي، إذا ما أُدير بشكل مناسب، أن يساعد في توفير خدمات طاقة نظيفة، ويساهم في تحقيق التنمية المستدامة والتخفيف من الشواغل البيئية. وفي المقابل فإن من عيوب نُظُم الطاقة الحيوية أنها معقدّةً نسبياً، ومتعدّدة التخصّصات ومتداخلة القطاعات، فضلاً عن أن استخدامها يعد محدود بالموقع. لذا، يمثّل حلّ هذه المشاكل تحدّياً ويتطلّب دمج إنتاج أنواع الوقود الحيوي ضمن الأنشطة الزراعية والحرجية التقليدية، كما يتطّلب مساهمةً فعّالةً من قبل مختلف المؤسسات من قطاعات الزراعَة والغابات والطاقة والصناعة والبيئة.

إنتاج وقود الكتل الحيوية

يرتبط إنتاج واستخدام أنواع الوقود الحيوي – إلى جانب توفيرها خيارا هاماً للطاقة العالمية – بعدد كبير القضايا، مثل : إدارة المحاصيل الزراعية ونُظُمها، والأمن الغذائي، واستخدام الأراضي والتنمية الريفية، والإدارة المستدامة للغابات، والحفاظ على التنوّع البيولوجي، والحدّ من تغيّر المناخ وطرق معالجة الوقود الحيوي، مثل: التقطير والاحتراق والتغويز والتخمير والتحلل الحراري.

الجدير بالذكر أن هناك العديد من الأسباب التي جعلت من وقود الكتل الحيوية بديلاً مناسباً للوقود الأحفوري، منها:

١– الإجراءات التي اتخذها عدد كبير من البلدان في العشرين عاماً الماضية لإعادة تنظيم أسواق الطاقة وتحريرها وتخصيصها، مما خلق تنافساً بين موردي الطاقة فأتاح فرصاً جديدة لمصادر الطاقة الأخرى من الوقود غير الاحفوري.

٢– زيادة الضرائب التي فرضتها بعض الدول على الوقود الأحفوري مما أدى إلى انخفاض استهلاكه، ففي السويد مثلا تضاعفت أسعار الطاقة المتولدة من الوقود الأحفوري من سنة ١٩٨٠ إلى سنة ١٩٩٧م بسبب زيادة الضرائب على هذا النوع من الوقود، بينما ظلت الطاقة المستمدة من الأخشاب ثابتة.

٣– زيادة الإقبال على موارد الطاقة الأخرى في بعض الحالات.

٤– تطوير تقنيات جديدة وتطبيقها في مجال إنتاج الوقود الخشبي ونقله وتداوله وتخزينه وابتكار أجهزة احتراق ذات كفاءة عالية.

٥– تحسين نظم التخطيط والإدارة والتنظيم لشبكات الطاقة المستمدة من الأخشاب.

■ توجهات نحو وقود الخشب

غيرت كثير من الدول سياساتها في مجال الطاقة بهدف تشجيع التوسع في استخدام الطاقة المستمدة من الأخشاب وغيرها من الكتل الحيوية، فمثلاً أعطى الكتان الأبيض الذي أقرته اللجنة الأوربية مؤخراً، اهتماماً خاصاً للطاقة الحيوية، بما فيها الوقود الخشبي والمحاصيل الزراعية للطاقة، وأرسى إطاراً لتنمية الطاقة المتجددة في المستقبل في ١٦ بلداً من البلدان الأعضاء في الإتحاد الأوربي، وغيرها من دول العالم، ومنها ما يلي:

١– وضعت الحكومة الفنلندية في عام ١٩٩٤م أهدافاً لتشجيع الطاقة المستمدة من الأخشاب بهدف زيادة استهلاكها بنسبة ٢٥٪ بحلول عام ٢٠٠٥م.

٢– شجعت الدنمارك استخدام الطاقة المستمدة من الأخشاب وأصبح ٥٠٪ من المنازل يدفأ بواسطة الوقود الحيوي الذي توفره البلديات.

٣– نفذت هولندا برنامجاً خاصاً للاستثمار لتشجيع مصانع توليد الطاقة والحرارة باستخدام الكتلة الحيوية الخشبية كوقود.

٤– نفذت كندا مبادرة عام ١٩٩٥م لتيسير استخدام الطاقة الحيوية المستمدة من الأخشاب لتوليد الطاقة في المجتمعات النائية التي يطلق عليها المجتمعات المحلية، ولم يكن الهدف هو مجرد تزويد هذه المناطق المعزولة بمزيد من الطاقة، وإنما خلق وظائف جديدة وجعل هذه المجتمعات من السكان الأصليين تعتمد على نفسها.

٥– قام برنامج التعاون الإقتصادي بين



■ استخدام الخشب في تدفئة المنازل.


■ مخلفات قصب السكر طاقة تستخدم في مصانع السكر.

اللجنة الأوربية ورابطة أقطار جنوب شرق أسيا - ماليزيا وتايلاند والفلبين وإندونيسيا - بدعم برامج الطاقة الحيوية الناجحة في هذه البلدان.

٦- قامت شركة التشيلية *(Chilgener)* بتزويد الصناعات هناك بالطاقة المتولدة من مخلفات الأخشاب منذ عام ١٩٩٢م.

٧- حول مصنعان من مصانع السكر في نيكاراغوا طريقة التشغيل إلى الكهرباء المتولدة من ثفل قصب السكر (أثناء مؤسم إنتاج قصب السكر)، وحطب الوقود (عندما لا يتوفر ثفل قصب السكر) المأخوذ من مزارع أشجار الكافور، ويبيع هذان المصنعان الطاقة إلى الشبكة الوطنية.

■ **الخشب كوقود**

لا يزال الوقود الخشبي يمثل مصدراً هاماً للطاقة في البلدان النامية وعلى الأخص في القطاعين الريفي والمنزلي، ويمثل السائل الأسود نسبة كبيرة من مجموع الوقود الخشبي المستخدم في أغلب البلدان المتقدمة، حيث تستخدم المصانع الكبيرة لب الورق والورق للحصول على الطاقة والحرارة.

بدأت أنواع الوقود الحيوي تجتذب الاهتمام في السنوات الأخيرة باعتبارها مصدراً للطاقة الحديثة التي لا تضر بالبيئة، وشجعت التغيرات التي طرأت على سياسات الطاقة على تطوير نظم الطاقة المستمدة من الأخشاب، كما أن التقنيات الجديدة للطاقة المستمدة من الكتلة الحيوية


■ استخدام الخشب في الرحلات البرية.

قد حسنت من الجدوى الإقتصادية لها، وبالأخص في البلدان التي بها غابات كثيفة، وتلك التي بها صناعات خشبية عريقة. كما أن التكاليف البيئية لأنواع الوقود الأحفوري من شأنها أن تجعل الوقود الخشبي أكثر جاذبية.

تم في عام ١٩٩٥م قطع كميات من الأخشاب على مستوى العالم قدرت بنحو ٣٣٥٠ مليون متر مكعب استخدم منها حوالي ٢١٠٠ مليون متر مكعب لإنتاج الطاقة (أي ٦٣٪ استخدمت كوقود)، ولم يكن نصيب البلدان المتقدمة منها سوى ٢٣٪، بينما كان نصيب البلدان النامية ٧٧٪ من الأخشاب التي جمعتها، وتبين هذه الأرقام أهمية الوقود المستمد من الأخشاب بالنسبة لمجموع إنتاج الأخشاب.

يساهم الوقود الخشبي بنسبة ٧٪ تقريباً من إمدادات الطاقة في العالم، حيث يمثل الوقود الخشبي ٢٪ تقريباً من مجموع استهلاك الطاقة في البلدان المتقدمة، ولكن هذا الرقم يخفي وراءه فوارق كبيرة في الاستهلاك على المستويين القطري وشبه القطري. وكمثال على ذلك، فإن المملكة المتحدة وبلجيكا وألمانيا تستهلك كميات صغيرة من الوقود الخشبي، بينما تستهلك كميات كبيرة منه في البلدان التي بها غابات كثيفة مثل فنلندا والسويد والنمسا، ففي فنلندا لوحدها تلبي الطاقة المستمدة من الأخشاب ما يقرب من ١٧٪ من الطلب على الطاقة.

أما على مستوى الدول النامية فإن الوقود الخشبي يمثل أحد المصادر الرئيسية للوقود اللازم للأسرة، إذ تصل نسبة استخدامه إلى ١٥ ٪ من مجموع الطاقة المستخدمة. أما في ٣٤ بلداً فقيراً فإن حطب الوقود والفحم النباتي يلبي أكثر من ٧٠٪ من الطلب على الطاقة فيها، فضلاً عن ذلك فإن أن الوقود الخشبي يمثل المصدر الرئيسي للطاقة في أغلب البلدان الأفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى وأمريكا الوسطى والجزء القاري من جنوب شرق آسيا.

مشتقات الوقود الحيوي

يمكن تحويل الكتل الحيوية مباشرة إلى وقود سائل صالح للاستخدام كوقود للمركبات ومحركات توليد الطاقة الكهربائية وغيرها، ومن أشهر مشتقات الوقود الحيوي ما يلي:

■ **الإيثانول**

يتم الحصول على الإيثانول (كحول) في الوقت الحاضر من النشا الموجود في حبوب الذرة. حيث يستخدم إما كمادة إضافية وإما كوقود بديل.

* **الإيثانول كمادة إضافية:**- وذلك بهدف تحسين صفات الوقود المستخرج من النفط، لأنه - الإيثانول - يقلل المواد



■ الإيثانول وقود بديل للمحركات.

السامة المنبعثة في الهواء نتيجة احتراق الوقود، ويحسن أداء المحرك عن طريق رفع رقم الأوكتان. ولهذه الأسباب شرعت الولايات المتحدة في إضافة الإيثانول بنسبة ٥–١٠٪ لحوالي ثلث وقود الجازولين المستخدم، ومن المؤمل أن يزيد استهلاك الإيثانول إما كمادة محسنة أو وقود بديل في ظل الاهتمام بالتدهور البيئي الناجم عن حرق الوقود الأحفوري.

* **الإيثانول كوقود بديل:** حيث تم في الوقت الحالي استخدام الإيثانول – ٨٥ *(E-85)* بدلاً من الجازولين العادي، يحتوي *(E-85)* على نسب مختلفة من الإيثانول حسب فصل السنة، حيث تصل هذه النسبة إلى ٨٣٪ في فصل الصيف و ٧٠٪ في الشتاء.

ونظراً لأن الإيثانول قد يتسبب في تآكل أجزاء المركبة فقد تم تعديل وإضافة بعض المواد لتتوافق مع وقود الإيثانول البديل، بحيث تعطى ما يطلق عليها محركات مركبات الوقود المرن *(Flexible fuel vehicles)* التي تعمل إما بوقود الإيثانول – ٨٥ *(E-85)* أو الجازولين العادي. وقد قامت الشركات الكبرى للمركبات في الولايات المتحدة بعمل هذه التعديلات دون إضافة أعباء مالية على المستهلك. إضافة لذلك توجد حالياً أكثر من ٢٠٠ محطة في ٣٠ ولاية أمريكية تقدم الوقود *(E-85)* للمركبات المعدلة.

الديزل الحيوي

يستخرج الديزل الحيوي من زيت فول الصويا بكميات قليلة في الوقت الحاضر، ولكن فائدته للبيئة عالية جداً، ولذلك يجب



■ فول الصويا، يشتق منه وقود الديزل (B-20).



■ الغراء أحد منتجات الكتل الحيوية.

التشجيع على استخدامه. يتكون الديزل الحيوي بشكل أساسي بخلط ٢٠٪ من الديزل المشتق من فول الصويا مع الديزل المشتق من النفط فيما يسمى بـ *(B-20)*. يستخدم هذا النوع من الوقود من قبَل الشركات التي لديها أسطول من المركبَات ولا تحتاج إلى تأمين مركبات جديدة.

منتجات حيوية أخرى

يمكن استخراج عدد لا محدود من أنواع الوقود من الكتل الحيوية كما هو الحال مع الوقود الأحفوري. وتنبع أهمية هذه المواد ليس لكونها تنتج من مواد متجددة، ولكن لأنها تحتاج إلى طاقة لإنتاجها أقل بكثير من الطاقة اللازمة لإنتاج مثيلاتها من النفط. إضافة إلى ذلك فإنه يمكن الاستفادة من الكتل الحيوية للحصول على العديد من المواد التي لا تصنف من ضمن مواد الوقود مثل المواد المضادة للتجمد، والبلاستيك، والغراء، والصناعات المحلية، وجيلاتين معاجين الأسنان وغيرها.

تنمية طاقة الكتل الحيوية في المستقبل

من المتوقع أن يستمر الوقود الخشبي في القيام بدور هام لفترة من الزمن كمصدر تقليدي للطاقة في البلدان النامية وعلى الأخص بين قطاعات السكان ذوي الدخل المنخفض، كما يتوقع أن تستمر عملية حرق حطب الوقود والفحم النباتي بكميات محدودة في المنازل والصناعات الصغيرة لأغراض متخصصة في البلدان المتقدمة. ورغم ذلك، فإن التغيرات الأخيرة في السياسات والتجارب التي حدثت مع برامج الطاقة الحيوية في العديد من البلدان، تشير إلى أن الوقود الخشبي أصبح يلقى قبولا في عدد من البلدان باعتباره مصدرا للطاقة الحديثة والمتجددة، وبالتالي فقد يصبح منافساً لأنواع الوقود الأحفوري (في ظل ظروف معينة سواء كانت إقتصادية كأن يكون مصدراً للطاقة غير مكلف ومتوفر محلياً في مزارع حطب الوقود التي تنمو بسرعة مثلا، أو من تقليم مزارع الأخشاب، أو من مخلفات الصناعات الحرجية) أو بيئية (كأن يتصل بالجهود المبذولة للحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض).

لقد اعترفت الاتفاقية الإطارية المعنية بتغير المناخ بالدور المحتمل للوقود الخشبي كجزء من استراتيجية الإحلال للحد من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة لاستخدام الوقود الأحفوري. ومن بين المبادرات الأخرى التي تشجّع الطاقة الحيوية: مرفق البيئة العالمية، وفرقة عمل مجموعة البلدان الصناعية الرئيسية الثمانية المعنية بالطاقة المتجدِّدة؛ ومبادرة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي حول الطاقة من أجل التنمية المستدامة؛ وبرامج خاصّة تهدف إلى دعم الطاقة المتجدِّدة من خلال المؤسسات المتعدّدة الأطراف مثل البنك الدولي، ومصرف التنمية للبلدان الأمريكية وغيرها من المؤسّسات.

قد يشهد هذا القرن تحوّلاً جذرياً من اقتصاد قائم على الوقود الأحفوري إلى اقتصاد قائم على الطاقة الحيوية، مع الزراعة والغابات كمصدرين اساسيين من مصادر الكتلة الحيوية لأنواع الوقود الحيوي مثل حطب الوقود، والفحم النباتي، والكُريّات الخشبية والبيوثانول والبيوديزل، والكهرباء الحيوية. إنّ زيادة استخدام الكتلة الحيوية يمكن أن تقود إلى تنمية اقتصادية مُحسَّنة وإلى الحدّ من الفقر، خاصّةً في المناطق الريفية، لأنّه يعمل على جذب الاستثمارات، وبالتالي إيجاد فرص تجارية جديدة للشركات الصغيرة

والمتوسّطة الحجم لإنتاج أنواع الوقود الحيوي، وإعداده، ونقله والمتاجرة به واستعماله، مما يؤدّي إلى إيجاد مصادر دخل للناس الذين يعيشون في هذه المناطق وحولها. وفي واقع الأمر، يحظى إنتاج الكهرباء الحيوية بالقدرة الأعلى على خلق فرص عمل من بين خيارات الطاقة المتجدِّدة، إذ أنّه يستطيع خلق أضعاف مضاعفة من الوظائف المباشرة مقارنةً بتلك التي يخلقها إنتاج الكهرباء باستخدام المصادر التقليدية للطاقة، وبتكلفة استثمار أقلّ لكلّ عمل متولِّد.

تطوير وقود الكتل الحيوية

من المفترض أن تؤدّي أنشطة البحث والتطوير إلى تقليص تكاليف الإنتاج، وإلى فعّالية أعلى في تحويل الطاقة، وخفض تكاليفها، فالبحث يمكنه أنّ يوفّر فُرصاً جديدةً لاستخدام الكتلة الحيوية اللجنوسليلوزية من مناشر الخشب، والصناعات الزراعية، ونفايات المدن، وكذلك من المخلّفات الزراعية والحرجية التقليدية. ويكتسب الابتكار في تقنية الطاقة الحيوية أهميّةً خاصّةً بالنسبة للبلدان النامية، حيث أنّه يسمح لها بتحاشي بعض المشاكل المتعلقة بأنواع الوقود الأحفوري التي عانت منها معظم الدول الصناعية. وقد يمنح التقدّم السريع في الخيارات التقنية الدولَ النامية فرصةً لاستعمال وتسويق التقنيات الجديدة بشكل سريع نسبياً، شريطةَ أن تتوفّر سياسات ملائمة، وحافز تجاري قويّ وسوق مستدام لها.

الجدير بالذكر أن الطاقة الحيوية وغيرها من أنواع الطاقة المتجدّدة أصبحت طوالَ العقود الماضية، موضوعَ العديد من الإَعلانات والالتزامات الدولية حول التنمية المستدامة، وقد عقد لها العديد من المؤتمرات والندوات، منها مايلي:–

١– مؤتمر الأمم المتحدة حول مصادر الطاقة الجديدة والمتجدِّدة، في عام ١٩٨١ والذي تمّ فيه تبنّي خطّة نيروبي للعمل حول مصادر الطاقة الجديدة والمتجدِّدة.

٢– مؤتمر الأمم المتحدة البيئة والتنمية: ففي " جدول أعمال القرن ٢١ "، تمّ التأكيد على دور الطاقة الحيوية في الفصول التي تتعامل مع حماية الغلاف الجوّي؛ ومكافحة إزالة الغابات؛ وتعزيز الزراعة المستدامة والتنمية الريفية.

٣– إعلان الأمم المتحدة بشأن الألفية: إذ بالرغم من أنّه لم يتمّ التعاطي مع الوصول إلى الطاقة كأولويّة في الأهداف الإنمائية للألفية، إلاّ أنّ معظم هذه الأهداف لها أثر مباشر على الطاقة، لا سيّما الهدف الأوّل (اجتثاث الفقر المدقع والجوع) والهدف السابع (كفالة الاستدامة البيئية).

٤– مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، حيث تبوّأت الطاقة موقعاً متقدّماً على جدول الأعمال. وركزت على خمسة مجالات رئيسية، هي: المياه والطاقة والصحة والزراعة والتنوّع الأحيائي. ووفقاً لإعلان جوهانسبيرغ، يجب اعتبار الطاقة حاجةً إنسانيةً على قدم المساواة مع الحاجات الإنسانية الأخرى (المياه النقيّة، الصرف الصحي، المأوى، الرعاية الصحية، الأمن الغذائي، التنوّع البيولوجي). كما أنّ عدداً من فصول خطّة التنفيذ التي تمّ تبنّيها تشير إلى النشاط في مجال الطاقة الحيوية.

٥– المؤتمر الدولي لمصادر الطاقة المتجدِّدة، وقد انعقد في مدينة بون بألمانيا في يونيو/حزيران ٢٠٠٤م، إذ تمّ التشديد خلاله على الطاقة الحيوية بوصفها أحدَ أكثر المصادر الواعدة للطاقة مستقبلاً. وقد تبنّى المؤتمر إعلاناً سياسياً وبرنامجاً دولياً للعمل، وهما يُعتبَران إسهامين هامّين في عمل لجنة التنمية المَستدامة التي ستُركِّز على الطاقة خلال اجتماعاتها في عامي ٢٠٠٦ و ٢٠٠٧م.

عوائق استخدام الوقود الحيوي

ذكر **غوستافو** ـ الخبير لدى منظمة الأغذية والزراعة ـ أن العوائق التي تعترض استخدام الوقود الحيوي هي عوائق فنية، إضافة إلى تلك التي تتعلق تلك بمدى توفر الأراضي، وضرورة عدم التنافس مع الإنتاج الغذائي، والأسعار. إذ يجب تقييم مسألة إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية تقييماً دقيقاً بحيث لا تتنافس مع إنتاج الأغذية، الذي يتمتع كما هو واضح بالأولوية. غير أنه ثبت في حالات عديدة أن الإنتاج المشترك للطاقة والغذاء يعززهما معاً، كما يدعم الشروط الإقتصادية للوضع القائم، وينهض بالبنية الأساسية، ومن ثم فإن هذا النشاط يخدم الإنتاج الغذائي.

المراجع:

ـ منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. ١٩٩٩. حالة الغابات في العالم.روما " النسخة العربية "

*-**Edward S. A.** 1980. Firewood crops surub and tree Species production. National Academy of Sciences. Washington, D. C.*

-European Commission (EC) General Secretariat. 1997. Energy for the future: Renewable sources of energy_ A White Paper for a community strategy and action plan. COM (97) 599/7.

-FAO. 1996. Regional wood energy development programme in ASIA. Summary report of national training course on woodfuel production and marketing in forest, Agriculture and Tree Production Systems. Hanoi, Vietnam. 17-20 April 1996.

*-FAO. 1997. The role of wood energy in Europe and OECD.Wood energy today for tomorrow, by **R.van den Broe**;. Rome.*

*-**Nousianen, I. K** and **Vesisenaho, T. J.** 1998. Potential utilization of woodfuels in Finland. In **P. -Hakkila, M. Heino** and **E. Puranen,** eds. Wood fuels from conventional forestry. Proceeding of the Workshop on Woodfuels from Conventioal Gorestry, Jasper, Alberta, Canada, 18 October 1997.*

-http://www1.fao.org/ar-cp/news/1997/971202-a.htm

-http://www.energyadvocate.com/heatingvals.htm

-http://www.sparetheair.org/wbh/wbh10.htm



الغاز الحيوي

د. إبراهيم بن صالح المعتاز

الغاز الحيوي (Biogas) هو خليط من عدة غازات أهمها غاز الميثان(CH_4)، والذي تصل نسبته إلى حوالي ٧٠٪، وينتج بفعل التحلل غير الهوائي للمواد العضوية الموجودة في المخلفات الحيوية للحيوانات والنباتات والمنتجات الثانوية من أصل حيواني ونباتي وبقايا المواد العضوية في الأطعمة، أو مياه الصرف الصحي، أو مياه المعالجة الصناعية أو غيرها. وتمثل المواد الكربوهيدراتية مع قليل من الدهون والبروتينات المصدر الرئيس للحصول على الغاز الحيوي، ويعد الموز أكثر المواد إنتاجاً للغاز الحيوي وأسرعها.

تمتاز منشآت الغاز الحيوي المقامة في المناطق الزراعية بأنها تنتجه بأقل التكاليف، لأنها تستخدم روث وفضلات الحيوانات إضافة إلى بقايا الحصاد والمخلفات النباتية. يؤدي تجانس المواد العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي إلى استقرار عملية التخمير وإنتاجية أفضل للغاز الحيوي.

انتشرت منشآت معالجة المخلفات العضوية للحصول على الغاز الحيوي في كثير من دول العالم. ففي عام ٢٠٠٤م كان بالصين حوالي ٢٠ مليون منشأة صغيرة لتوليد الغاز الحيوي ، وفي الهند حوالي ٢٠٠ ألف منشأة، وفي البرازيل نحو عشرة آلاف منشأة، وفي ألمانيا حوالي ٢٤٠٠ منشأة.

يعد الغاز الحيوي منافساً للغاز الطبيعي من حيث الخصائص الطبيعية وطاقة الاحتراق، ويوضح جدول (١) مقارنة بين الغاز الحيوي والغاز الطبيعي الحر أو المصاحب للنفط والذي عادة ما يكون مصاحب لعمليات إنتاج البترول.

أساس تكون الغاز الحيوي

ينتج الغاز الحيوي عند تحلل المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية بفعل بكتيريا لاهوائية خاصة تعرف ببكتريا الميثان، وتسمى هذه العملية بعملية التخمير، وتحدث عملية التحلل غير الهوائي في الطبيعة بصور متعددة، وبشكل بطئ وتدريجي، وذلك في أعماق البحيرات والتجمعات المائية وأعماق التربة، وفي أماكن جمع النفايات. تتم عملية التخمر بواسطة العديد من الكائنات الحية الدقيقة، منها: فطرة (Trichsporon Pullulans)، وخميرة (Saccharomyces Cerevisiae)، وبكتيريا (Clostridium Sporogenes)، و(Bacillus)، و(Pseudomonas sp)، وذلك على مرحلتين، هما:

● المرحلة الأولى

تتطلب هذه المرحلة مجموعة من البكتيريا اللاهوائية ـ يطلق عليها البكتيريا المكونة للأحماض ـ التي تنتج الأحماض العضوية كناتج جانبي من عملية التحليل الأولي للمادة العضوية.

● المرحلة الثانية

تتطلب هذه المرحلة مجموعة أخرى من البكتيريا ـ تعرف بالبكتيريا المكونة للميثان ـ تقوم بتكسير الأحماض العضوية وإنتاج غاز الميثان كمنتج جانبي لتلك العملية.

ينتج من عملية التخمر إلى جانب غاز الميثان (٦٠-٨٠٪) غازات أخرى، مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة(٢٠-٣٥٪) ونسب قليلة من غازات النشادر، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، وكبريتيد الهيدروجين الذي يسبب بعض الأضرار في المحركات والتمديدات المستخدمة في منشأة الغاز الحيوي على الرغم من وجوده بتركيز قليل لا يزيد عن ١٠٠ مليجرام في المتر المكعب الواحد من الغاز.

الخاصية	الغاز الطبيعي	الغاز الحيوي
ـ غاز الميثان (٪حجماً)	٨٥-٩٠	٦٠-٨٠
ـ ثاني أكسيد الكربون (٪حجماً)	٠,٥-١	٢٠-٣٥
ـ غاز النيتروجين (جزء في المليون)	١	٥٠٠
ـ غاز النشادر (جزء في المليون)	٠	١٠٠
ـ الطاقة المنتجة (كيلو وات ساعة/ ١م٣)	١٠	١-٦
ـ الكثافة (كيلو جرام/م٣)	٠	١,١٦

● جدول (١) مقارنة بين الغاز الحيوي والغاز الطبيعي.

مكونات وحدة إنتاج الغاز

يفضل أن تكون وحدة إنتاج الغاز قريبة من محطة توليد الطاقة التي تعمل عادة بحرق الغاز الحيوي في محرك احتراق

داخلي، وتتكون هذه الوحدة من أجزاء كثيرة أهمها ما يلي:

● حجرة التخمير

حجرة التخمير عبارة عن: حيز تمارس فيه الكائنات الدقيقة اللاهوائية عملها في تحليل المادة العضوية وهي الجزء الرئيس في الوحدة، ويجب أن تكون خالية تماماً من الأكسجين ومقفلة بإحكام حتى لا يدخل إليها الهواء، ويتجمع فيها الغاز ولا يتسرب منها إلا عن طريق الأنبوب المخصص لذلك. تتراوح الفترة اللازمة لعملية تحلل المادة العضوية ما بين ١٠ إلى ٥٣ يوماً بحسب درجة حرارة الحجرة والمادة المستخدمة للحصول على الغاز. وقد تكون عملية التخمير جافة، إلا أن التخمير الرطب أسرع وأكثر كفاءة؛ ولذا ينتشر في المناطق الزراعية بشكل أكبر من التخمير الجاف.

تبنى حجرة التخمير على شكل حفرة تحت سطح الأرض بشكل عمودي أو أفقي، ومن ثم تبطن من الداخل بالخرسانة، أو الفولاذ، أو بنوع من اللدائن البلاستيكية المقاومة للتفاعل مع المواد الناتجة، ولضمان استمرارية تدفق الغاز؛ فإنه يجب إنشاء عدة حجرات للتخمير في نفس المكان.

● حجرة التغذية

تتكون حجرة التغذية (Inlet chamber) من حجرة صغيرة يكون مستوى قاعها أعلى من مستوى قاع حجرة التخمير. تتصل حجرة التغذية ـ عادة ـ مباشرة بحجرة التخمير عن طريق أنبوب لتسهيل عملية التغذية.

● حجرة المخلفات

تتكون حجرة المخلفات (Outlet chamber) من حجرة صغيرة على الجانب الآخر من حجرة التخمير ومقابلة لحجرة التغذية. تستخدم هذه الحجرة لجمع المخلفات المتبقية بعد إتمام عملية التحلل، والتي هي عبارة عن مواد عضوية تستخدم في تخصيب التربة لزيادة فعاليتها في الزراعة.

● أجزاء إضافية

يساند حوض التخمير بعض الأجهزة والمضخات والأحواض الأخرى ، مثل: جهاز تكسير المواد العضوية وطحنها، وجهاز فرز المواد غير الملائمة للتخمير ، إضافة إلى مضخات تغذية وتفريغ حوض التخمير، وأحواض لتخزين المواد سواء لتجهيزها لحوض التخمير أو للتخلص من المواد المتعفنة ، إلى جانب أنابيب لنقل الغاز الحيوي، وخزانات لحفظه ، ووسائل أخرى للتخلص من الغازات والشوائب كغاز كبريتد الهيدروجين.

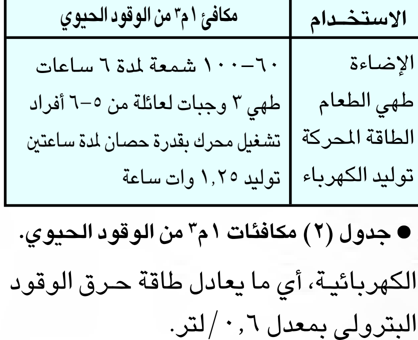
تقدير طاقة الغاز الحيوي

يعد الغاز الحيوي مصدراً جيداً لتوليد الطاقة، ويكثر اللجوء إليه في المناطق النائية التي يتعذر وصلها بشبكة الطاقة الرئيسية في المدن، إذ يستخدم وقوداً للإنارة والتدفئة والطهي وتشغيل المحركات لتوليد الكهرباء في الأرياف والقرى الصغيرة والمناطق البعيدة.

يمكن حساب الطاقة الناتجة عن استخدام الغاز الحيوي للحصول على طاقة كهربائية مقدارها ١٠٠كيلووات لتشغيل مزرعة صغيرة على النحو التالي:

١ـ يقدر إنتاج البقرة الواحدة من الروث بحوالي ١٢كيلوجرام يومياً، ويعني ذلك أن عشر بقرات تنتج حوالي ١٢٠كيلو جرام يومياً.
٢ـ وجد أن ١٢ كيلوجرام من الروث تعطي حوالي ٨ متر مكعب من الغاز الحيوي.
٣ـ وجد أن كل متر مكعب من الغاز الحيوي يعطي حوالي ١,٢٥كيلووات من الطاقة





الاستخدام	مكافئ ١م٣ من الوقود الحيوي
الإضاءة	٦٠-١٠٠ شمعة لمدة ٦ ساعات
طهي الطعام	طهي ٣ وجبات لعائلة من ٥-٦ أفراد
الطاقة المحركة	تشغيل محرك بقدرة حصان لمدة ساعتين
توليد الكهرباء	توليد ١,٢٥ وات ساعة

● جدول (٢) مكافئات ١م٣ من الوقود الحيوي.

الكهربائية، أي ما يعادل طاقة حرق الوقود البترولي بمعدل ٠,٦/لتر.

وعليه: فإن ١٢٠ كيلوجرام من الروث تعطي ٨٠ متراً مكعباً من الغاز الحيوي، وهذه تعطي ١٠٠كيلووات.

أما بالنسبة للفضلات فإن معدل إنتاج الغاز الحيوي لكل واحد كيلو جرام من الفضلات ذات نسبة رطوبة ٣٥٪ يساوي ٠,٠١ متر مكعب في اليوم، وعند ارتفاع نسبة الرطوبة إلى ٧٠٪ يتضاعف حجم الغاز الحيوي الناتج منها يومياً.

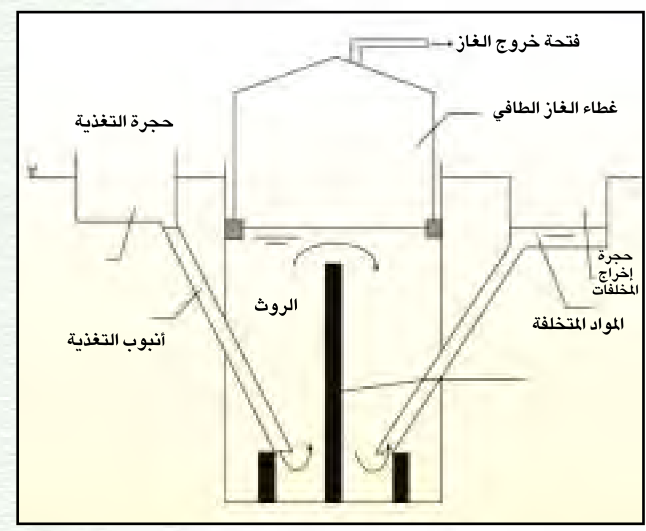
يبين الجدول (٢) الطاقة المكافئة لمتر مكعب من الغاز الحيوي وفقاً للاستخدامات المختلفة.

وعلى هذا تصنف محطات إنتاج الغاز الحيوي حسب حجمها وقدرتها الإنتاجية من الغاز إلى أربع درجات، هي:

* **محطات صغيرة:** وهي التي يقل إنتاجها من الغاز الحيوي عن ٤٠متراً مكعباً في اليوم، وهذه تغطي الاحتياجات المنزلية.
* **محطات متوسطة:** وهي التي يتراوح إنتاجها من الغاز الحيوي ما بين ٤٠ إلى ١٢٠متراً مكعباً في اليوم.
* **محطات كبيرة:** وهي التي يتراوح إنتاجها من الغاز الحيوي ما بين ١٢٠ إلى ٤٠٠متراً مكعباً في اليوم.
* **محطات كبيرة جداً:** ويطلق عليها المحطات التجارية، وهي التي يزيد إنتاجها عن ٤٠٠متراً مكعباً في اليوم.

أنواع وحدات إنتاج الغاز

تصنف منشآت توليد الغاز الحيوي بحسب شكل حجرة التخمير، إلى نوعين رئيسيين، هما:



● شكل (١) مكونات المخمر الهندي.

● شكل (٢) مكونات المخمر الصيني.

● **المخمر الهندي**

يعد المخمر الهندي: شكل (١)، من أشهر أحواض التخمير أو مفاعلات الغاز الحيوي المستخدمة، إذ يتم بناؤه تحت الأرض بشكل اسطواني يدخل إليه قضيب معدني مصمت ينزلق ضمن أنبوب مفرغ في وسط قبة معدنية حافظة يمكن لها أن ترتفع وتنخفض تبعاً لارتفاع ضغط الغاز أو انخفاضه، وللمخمر حوضان فوق سطح الأرض، يستخدم أحدهما لتغذية المخمر بالمادة العضوية وبه حجرة لخلط المواد العضوية بالماء، في حين يكون الحوض الثاني في مستوى أقل، ويشكل مخرجاً للمواد العضوية المتخمرة، ويتم وصل الحوضين بأنبوبين قطر كل منهما ١٥ سم تقريباً.

● **المخمر الصيني**

يمتاز المخمر الصيني، شكل (٢)، بأنه يشبه القبة، ويسمح بوجود كمية كبيرة من الغاز الحيوي أثناء تكونه، ويفضل عند بدء عملية التخمير، وضع كمية من المواد



العضوية سابقة التخمير أو خلط المواد العضوية بالماء وتركها لمدة من الزمن، ويكون حجم المواد العضوية بنحو ١٥٪ من الحجم الكلي لمفاعل الغاز الحيوي (حجرة التخمير)، ويبدأ تكون الغاز الحيوي بعد حوالي ١٥ يوماً، ويعتمد ذلك على درجة حرارة مفاعل الغاز الحيوي.

شروط عملية التخمر

يلزم لحدوث عملية التخمير وتكوّن الغاز الحيوي عدم وجود الهواء، كما يلزم إجراؤها تحت درجة حرارة ملائمة، ويتم ذلك في مفاعل الغاز الحيوي أو حوض التخمير. وتصنف درجة الحرارة في حجرة التخمير إلى مستويات ثلاثة، هي كالتالي:

١ـ **التخمير البارد:** وتكون درجة الحرارة فيه ما بين ١٥ إلى ٢٠°م، وتبقى المواد العضوية في حوض التخمير مدة طويلة نسبياً، وتنتج كميات قليلة من الغاز.

٢ـ **التخمير الساخن:** وتكون درجة الحرارة فيه ما بين ٢٥ إلى ٤٠°م، وتكون مدة تخمير المواد العضوية متوسطة، وتنتج كميات متوسطة من الغاز.

٣ـ **التخمير الحار:** وتكون درجة الحرارة فيه ما بين ٤٠ إلى ٦٥°م، وتقل مدة بقاء المواد العضوية في حوض التخمير، وتنتج كميات كبيرة من الغاز.

استخدامات الغاز الحيوي

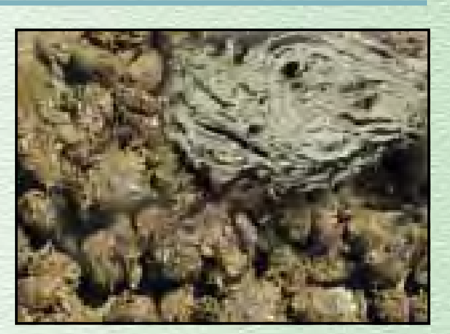
يستخدم الغاز الحيوي وما يتخلف عن عملية إنتاجه في كثير من الاحتياجات اليومية خصوصاً في المناطق النائية التي لم تصلها الشبكات الرئيسية للكهرباء، منها ما يلي:

● **توليد الكهرباء**

يتم استخدام الغاز الحيوي لتشغيل آلات الاحتراق الداخلي التي تقوم بإدارة المولدات الكهربائية، التي تنتج الطاقة الكهربائية اللازمة للمناطق النائية والمزارع البعيدة، ويمكن ربطها بالشبكة العامة التي تغذي المناطق الحضرية.

● **السماد**

يتخلف عن عملية إنتاج الغاز الحيوي بواسطة التخمير اللاهوائي: سماد يتمتع بمواصفات عالية وقيمة غذائية متميزة، حيث يتميز بدرجة تجانس عالية تسهل من عملية استهلاكه من قبل النباتات، كما يتميز بخلوه من الروائح (يتخلص من ٨٠٪ منها)، إضافة إلى تميزه بعدم إقبال الحشرات عليه، وخلوه من الكربون


● روث الحيوانات.

والهيدروجين والأوكسجين نتيجة لاستهلاكها من قبل الكائنات الدقيقة أثناء عمليات التخمر اللاهوائي، واحتواؤه على العناصر الهامة للنبات مثل: البوتاسيوم والفسفور والنيتروجين، وخلوه من الديدان والبذور الضارة.

يعمل هذا السماد دوراً حيوياً في نمو النباتات نتيجة لتحسن خواص التربة عند استخدامه. ومن الجدير بالذكر أن كمية السماد المستخلصة من محطات توليد الغاز الحيوي تشكل حوالي ٩٠٪ من المادة المستخدمة في حجرة التخمير.

● المواصلات العامة

نجح استخدام الغاز الحيوي ـ إلى حد ما ـ في تشغيل بعض وسائل النقل العام كما في المدن النمساوية مثلاً. وقد ساهم استخدامه في تشغيل وسائل المواصلات العامة بقسط كبير في حماية البيئة من التلوث؛ حيث يمنع تسرب غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الجو مما يقلل من فرص الاحتباس الحراري، ولكن من معوقات استخدامه عدم توفر محطات لتعبئته.

● تخليص البيئة من النفايات

يعاني سطح الكرة الأرضية من بلايين الأطنان من النفايات التي يخلفها الإنسان في نشاطاته اليومية، التي تسبب المشاكل له ولبيئته، ولذا تعد محطات إنتاج الغاز الحيوي من أهم الوسائل لتخليص البيئة من تلك النفايات دون الحاجة إلى نقلها إلى أماكن إلقاء النفايات التي تكلف جهوداً مضنية وأموالاً طائلة، كما أن استخدام الفضلات في إنتاج الغاز الحيوي يؤدي إلى التحسن في الوضع الصحي العام، والتوازن البيئي.

● حماية المياه الجوفية

يساهم التخلص الآمن من المخلفات عن طريق استخدامها في إنتاج الغاز الحيوي في حماية المياه الجوفية من التلوث؛ لأن هذه المخلفات إذا دفنت في مدافن أو تركت على سطح الأرض؛ فإنها ستتحلل فتنطلق منها الغازات السامة إلى الجو وتختلط الملوثات بالتربة، ومن ثم تتسرب مع مياه الأمطار إلى باطن الأرض فتلوث المياه الجوفية.

● تقوية الاقتصاد

يعمل إنتاج الغاز الحيوي على تقوية الاقتصاد الوطني عن طريق التقليل من الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية المكلفة في كثير من الأحيان، إضافة إلى تأمينه فرص عمل في الأرياف مما يخفف من تكدس السكان في المدن.

● استخدامات أخرى

يستخدم الغاز الحيوي في تدفئة المنازل والبيوت المحمية الزراعية، والتجفيف الصناعي والزراعي، ومعالجة الفضلات، وهدرجة بقايا الأطعمة، كما يعاد جزء منه إلى غرفة التخمير لتسخين المواد المنتجة للغاز الحيوي وذلك للمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة.

معوقات استخدام الغاز الحيوي

هناك الكثير من المشكلات التي لازالت قائمة تعيق استخدام الغاز الحيوي بشكل واسع، منها:

١ـ عدم إمكانية توزيع ونقل الغاز الحيوي عن طريق شبكة الغاز الطبيعي، حيث تحتاج إلى إيجاد تقنيات مناسبة وأسعار مقبولة.

٢ـ يتطلب استعمال الغاز الحيوي كوقود في وسائل النقل العام أن يكون منتشراً ومتاحاً في كل مكان.

٣ـ بالرغم من احتواء الغاز الحيوي على نسبة ضئيلة (لا تتجاوز ١٠٠ ملجرام/متر مكعب) من غاز كبريتيد الهيدروجين إلا أنه يجب التخلص منها لأنها تسبب أضراراً جسيمة في المحركات التي تستخدمه.

٤ـ يحتاج الغاز الحيوي إلى دراسات وتطوير وسائل إنتاجه للوصول إلى جودة الغاز الطبيعي؛ لكي يمكن ضخه في شبكة الغاز الطبيعي. كما يجب العمل على تسريع عمليات التحلل الحيوي للمواد العضوية والتحكم بها، وتزويد وحدة الإنتاج بتجهيزات للتحكم بعملية التلقيم، وتجهيزات خاصة لسحب المواد المتخلفة عن عملية التحلل.

العالم العربي والغاز الحيوي

يفتقر الريف العربي إلى تطبيق تقنية إنتاج الغاز الحيوي والاستفادة منها بشكل جيد، ولكي يتحقق ذلك: فلا بد من الحصول على بعض المعلومات مثل أماكن تواجد المخلفات العضوية وكميتها، ومدى صلاحيتها للمعالجة، وجدواها الاقتصادية، والطرق المناسبة لتسويق الغاز في حالة إنتاجه، وكيفية الحصول على الدعم المادي لإنشاء محطات توليد الغاز، وقبل ذلك يجب نشر الثقافة العلمية في تلك المجتمعات لتوضيح أهمية مثل هذه المشاريع على البيئة والمجتمع كوسيلة مأمونة وذات مردود اقتصادي جيد؛ للتخلص من النفايات والمحافظة على نظافة البيئة التي يسبب تراكمها أضراراً بيئية وصحية خطيرة. ومع ذلك فهناك محاولات لبعض البلدان العربية، منها:

● سوريا

بدأت تنتشر هذه الطريقة من خلال التعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في عدة قرى في كل من حمص واللاذقية، وقد ساهم هذا المشروع في إمداد عدد لابأس به من المزارع، وقد أثبتت هذه التقنية فعاليتها من حيث توفير المال والجهد والوقت على صاحبها.

● الأردن

تم إنشاء مشروع توليد الغاز الحيوي في الأردن في مكب نفايات

الرصيفة عام ٢٠٠٠م، وفي عام ٢٠٠٥م نجح الأردن في توليد طاقة كهربائية مقدارها ٣٠ جيجاوات ساعة والحد من إنبعاث ١١مليون متراً مكعباً من غاز ثاني أكسيد الكربون، ويتوقع بعد إتمام التوسعة لهذا المشروع أن يحد من انبعاث ٧,٥مليون متر مكعب من غاز الميثان سنوياً.

الأثر البيئي لإنتاج الغاز الحيوي

تسهم منشآت الغاز الحيوي في التخلص الآمن من المخلفات المختلفة والتي يمكن أن تعمل على تلويث البيئة وخدش المظهر العام و تسيء إلى نفسية الإنسان، إضافة إلى عزوف الناس عن السكن في المناطق التي تكثر فيها المخلفات والنفايات، إذ توفر الفضلات والمخلفات وسطاً ملائماً لنمو العديد من الجراثيم المرضة، كما تحقق منشآت الغاز الحيوي مساندة ذاتية للمزارع بتوفير الطاقة اللازمة لعملها ، وحمايتها من التلوث وتحسين الوضع الصحي لها.

وأخيراً: تشكل النفايات والمخلفات المختلفة كثيراً من الأعباء الاقتصادية إضافة إلى الأضرار الصحية والبيئية الناجمة عن الطرق التقليدية القديمة للتخلص منها ، ويعد إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات والنفايات من الأساليب السليمة للحفاظ على البيئة والاستفادة الاقتصادية من الكميات الهائلة منها، إلى جانب إنتاج السماد المفيد الغني بالعناصر الغذائية للنبات، وبذلك تتحول النفايات والمخلفات من مشكلة بيئية متفاقمة إلى وسيلة اقتصادية وتنموية مهمة.

المصادر

http://www.itdg.orgdocstechnical_information_ servicebio-gas_liquid_fuels.pdf
http://en.wikipedia.org/wiki/biogas html/92_03/2005eco.com/4
http//www.ckcundp.org.jo/docs/arabicbp solid_waste _management.doc
html.145/11/2004eco.com/4http

كائنات بحرية تحد من الانحباس الحراري

أشارت دراسة حديثة إلى أهمية كائنات بحرية شفافة شبيه بقنديل البحر (Jelly Fish) في إزالة ثاني أكسيد الكربون من سطح المحيطات ، فقد وجد الباحثون في علم المحيطات أن هناك أعداد تقدر بالبلايين من كائنات بحرية تشبه قنديل البحر تقوم باستهلاك غاز ثاني أكسيد الكربون من سطح المحيطات والبحار وتدخل به إلى قيعانها العميقة ثم تغادر القيعان مرة أخرى إلى السطح لإستهلاك المزيد منه وهكذا.

يبلغ حجم الكائنات المذكورة إصبع اليد ولها شكل أسطواني ، وهي تقوم بإدخال الماء في خياشيمها عن طريق الشفط ثم تخلطه بالمواد المخاطية ليخرج وقد خلا من المواد الغذائية الغنية بالكربون، وبذلك تزيل الكربون من سطح البحار والمحيطات.

تعد عملية حرق الوقود الأحفوري من أهم مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في البحار والمحيطات ، ويتم استهلاك جزء من هذا الغاز بواسطة العوالق البحرية التي تمثل غذاء للكائنات البحرية ومنها الكائنات شبيهة قنديل البحر، غير أن جزءاً كبيراً من هذا الغاز يرجع إلى المحيطات والبحار مرة أخرى على شكل كربون عند موت هذه الكائنات أو أثناء إلقاء تلك الكائنات لفضلاتها ، حيث يستخدم هذا الكربون بواسطة البكتيريا أو النبات أو يرجع إلى سطح البحار مرة أخرى على شكل ثاني أكسيد الكربون .

قام عالم الأحياء **لورنس مادين (Laurence Madin)** ـ من معهد وودس هول لعلوم البحار ـ **وباتريشيا كريمر (Patricia Kremer)** من جامعة كونيكتك وزملاؤهم بعمل أربعة حملات صيفية في وسط وشمال المحيط الأطلسي منذ عام ١٩٧٥م.

وجد العلماء المذكورون ـ منذ ذلك الوقت ـ أن هناك نوع من الكائنات الشبيهة بقنديل البحر ـ يطلق عليه اسم **(Salpa aspera)** ـ لها قابلية لتكوين مستعمرات كثيفة يمكنها أن تعيش لعدة شهور.

تغطي إحدى المستعمرات مساحة مائة ألف كيلومتر مربع من سطح المحيط ، وتستهلك يومياً ٧٤٪ من الكائنات المجهرية النباتية الموجودة في السطح ، وقد بلغ وزن مخلفاتها اليومي الذي نزل إلى القاع ٤ آلاف طن من الكربون.

ويذكر **مادين** أن هذه الكائنات تسبح وتتغذى وتقذف بمخلفاتها إلى عمق ألف متر يومياً دون انقطاع ، إضافة إلى ذلك فإن أجساد هذه الكائنات عند موتها تغطس لعمق ٤٧٥متر يومياً ، إلى أن تصل قاع المحيط.

تقوم الكائنات المذكورة بهجرة رأسية كل يوم حيث تسبح إلى عمق ٦٠٠–٨٠٠ متر أثناء النهار لتتفادى الافتراس وحرارة الشمس ، ثم تسبح ليلاً إلى السطح لتتغذى على العوالق والنمو والتكاثر، إضافة لذلك فإن فضلات تلك الحيوانات تشكل غذاء للكائنات الموجودة في أعماق المحيطات والبحار ، وبالتالي فإنها تزيل الكربون بعيداً عن الغلاف الجوي.

وتقوم مجموعة **مادين** ـ منذ ٢٠٠٤م إلى ٢٠٠٦م ـ بدراسة مستعمرات الكائنات المذكورة في ظروف بيئية مختلفة من المحيط الجنوبي بالقرب من القطب الجنوبي، حيث أشار بعض العلماء إلى وجود مستعمرات كبيرة في السنين الدافئة في ذلك المحيط. ويرى **مادين** أن وجود تلك المستعمرات من شأنه الحد من كمية الكربون في المحيط الجنوبي ، وبالتالي تفادي تكون ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب ظاهرة الانحباس الحراري في الكرة الأرضية.

المصدر :

www.sciencedaily.com/releases/2006/07/060702085004.htm



تدل جميع المؤشرات والحقائق على أن الطلب على مصادر الطاقة ، خاصة المصادر التقليدية مثل النفط والغاز الطبيعي في تصاعد مستمر، لذلك: فإن هاجس تأمين الطاقة يحتل مقدمة أولويات المتطلبات الأساسية للمجتمع الدولي.وتحرص الدول الأكثر استهلاكاً للطاقة على أن تكون في جانب آمن من الصدمات السياسية والاقتصادية، مما رسّخ مفهوم البحث عن مصادر جديدة؛ ولذلك فإن مراكز الأبحاث العلمية العالمية تشهد سباقاً محموماً للبحث عن تقنيات ومصادر جديدة للطاقة، وبمصادر تمويل متعددة، وبروافد تخصصية من المؤتمرات والندوات والمنتديات؛ والكتب والمجلات وقواعد المعلومات؛ حيث يشتد هذا السباق خصوصاً عند ارتفاع أسعار النفط.

ليس بالضرورة أن تكون المصادر الجديدة للطاقة ذات جدوى اقتصادية في الوقت الراهن، ولكنها قد تكون ممكنة وواعدة على المدى البعيد، وبذلك يتكوّن التراكم المعرفي للخيارات المتاحة والبدائل الممكنة. ولعله من المتعارف عليه في الأوساط العلمية: أن مسار الطاقة وتقنياتها يمر بمرحلة تحولات، فبعد كل حقبة من الزمن يتم اكتشاف واستغلال مصادر جديدة أو ترجيح مصدرعلى آخر، بمؤثرات سياسية واقتصادية وبيئية حيث تتسارع أو تتباطأ عجلة هذه التحولات.

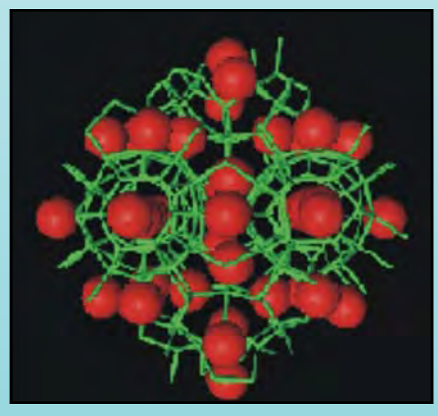
الجدير بالذكر أن المعطيات تشير إلى استمرار الوضع الراهن للثلاثين عاماً القادمة على أقل الاحتمالات، مع التوجه إلى نمو مساهمة الغاز الطبيعي في سد الاحتياجات من الطاقة، بالإضافة إلى زيادة المساهمات المتواضعة للطاقات الجديدة والمتجددة . ومن الواضح أن نطاق البحث في هذا المجال واسع ومتنوع ،فقد تكون هذه البدائل من الفضاء أو على الأرض أو في قاع المحيطات. ومن ذلك مثلاً يعد الميثان المميه(Methane Hydrate) أو الغاز الطبيعي المميه (Gas Hydrate) والمسمى بالوقود الثلجي ـ حسب مقترح الكاتب ـ هو أحد مصادر الطاقة الذي تتجه إليه الدراسات من منظور بعيد المدى.

تعريف الوقود الثلجي

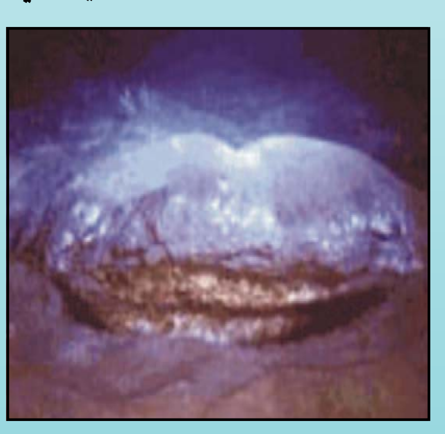
الوقود الثلجي عبارة عن جزئيات غاز طبيعي مغلفة داخل جزيئات ماء، حيث تكون جزيئات الماء مثل القفص لجزيئات الغاز بدون روابط كيميائية، الشكل (١). تتراكم هذه الجزيئات مكونة ـ بعوامل طبيعية ـ بلورات صلبة تشبه الثلج، شكل (٢). وهذا يعنى أن الوقود الثلجي يتكون من ماء وغاز طبيعي ـ في معظمه غاز الميثان (CH_4) ـ ولذلك فهو يمثل مصدر طاقة هيدروكربوني أحفوري تكوّن تحت درجة حرارة منخفضة وضغط عالي.

يُعد الوقود الثلجي أكثر أنواع الطاقة الهيدروكربونية تركيزاً بالنسبة لمحتوى الطاقة المخزونة، حيث يبلغ محتواه من الطاقة الكامنة: ١٨٤ألف وحدة حرارية بريطانية (BTU) لكل قدم مكعب، وهي طاقة كامنة تفوق ما هو كامن في بعض مركبات مصادر الطاقة الهيدروكربونية الأخرى مثل الفحم والنفط. وللمقارنة تبلغ الطاقة الكامنة لغاز الميثان ١١٥٠ وحدة حرارية بريطانية لكل قدم مكعب، بينما تبلغ الطاقة الكامنة للغاز الطبيعي المسال(LNG) ٤٣٠ ألف وحدة حراريه بريطانية لكل قدم مكعب. يمكن تحرير طاقة الوقود الثلجي بإذابة الكتلة الثلجية، حيث ينبعث غاز الميثان الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة. ويبيّن الشكل (٣) المكعبات الثلجية ـ الوقود الثلجي ـ وهي تشتعل بعد ذوبانها وإشعالها. وفي هذه الحالة قد يصدق المثل الصيني القديم " خذ النارمن الماء".

عرف العلماء الوقود الثلجي في بدايات ١٨٠٠م عندما لاحظ كلٌ من **همفري ديفي**



■ شكل (١) تركيب الوقود الثلجي.



■ شكل (٢) كتله من الوقود الثلجي.



■ شكل (٣) الوقود الثلجي عند اشتاله.

و **ميشيل فرادي** ـ أثناء القيام ببعض التجارب ـ تكُّون مادة صلبة من مزيج الماء والكلور عند درجة حرارة أعلى من درجة تجمد الماء. وعند نهاية القرن قام العديد من العلماء بدراسة هذه المادة، حيث تم فهرست أنواع مختلفة من جزئيات المواد التي يمكن أن تكوِّن شبكيات لاقتناص بعض جزيئات المواد الأخرى تحت ظروف بيئية مختلفة. وحيث إن تواجد هذه المادة في الطبيعة لم يكن معلوماً في حينه فقد بقيت دراسة موضوع هذه المادة رغبة أكاديمية بشكل أساسي. وفي عام ١٩٣٠م أكد **هامر شميت** أن هذه المادة هي سبب انسداد أنابيب الغاز الطبيعي خصوصاً في البيئة الباردة. وخلال الأربعين عاماً اللاحقة، تكوّن فريق بحثي صغير للقيام بدراسة فيزيائية للعديد من مركبات هذه المادة، بما في ذلك بناء نموذج يفسر عملية تركيبها وكيفية تكونها، وذلك لتطوير مادة كيميائية مضافة لتمثيل تكوّن هذه المادة.وبعد ذلك استمرت الدراسات والأبحاث على نطاق أوسع.

مكامن وكميات الوقود الثلجي

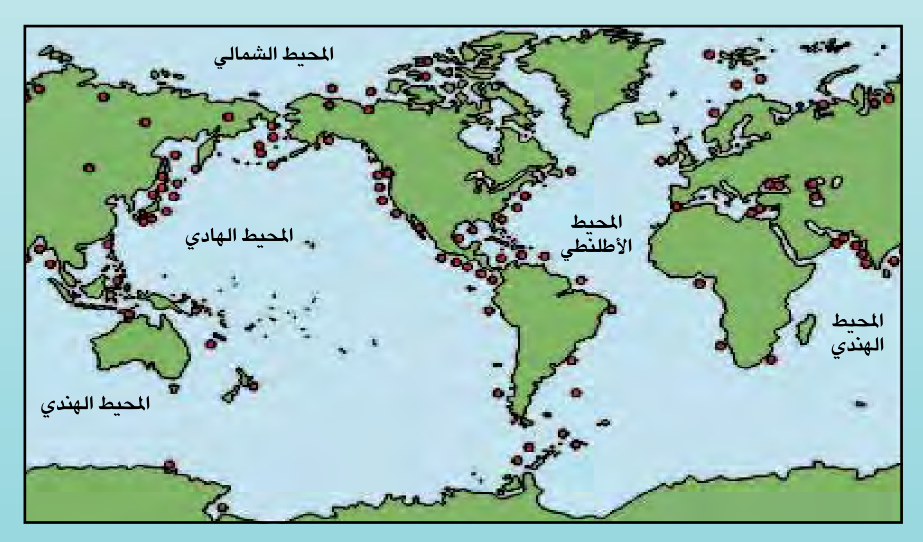
في أواخر الستينات من القرن الماضي: تم ملاحظة وجود الغاز الطبيعي الصلب ـ في معظمه الميثان المميه (Methane Hydrate)ـ بصورة طبيعية في المواد المترسبة في حقول الغاز الكبرى في غرب سيبيريا، وبعد ذلك بفترة قصيرة تكررت هذه الظاهرة في ترسبات المياه الضحلة في منحنى شمال ألاسكا. وفي أوائل ١٩٧٤م اكتشف بعض العلماء السوفيت وجود الميثان المميه أو الوقود الثلجي في أرضية البحر الأسود. وخلال عامي ١٩٩٨و١٩٩٩م تم القيام بحفر بئرين أحدهما في شمال كندا، والآخر في جنوب شرق اليابان، وكلاهما أظهرتا توفر كميات كبيرة من الوقود الثلجي. فضلاً عن ذلك: وجد هذا الوقود في عدد من الأماكن حول الولايات المتحدة الأمريكية وفي خليج المكسيك، وتبيّن الخريطة في شكل (٤) أماكن تواجد هذا المصدر من الوقود حول العالم.

يُقدر متوسط مخزون الوقود الثلجي في الولايات المتحدة الأمريكية بـ ٢٠٠ألف ترليون قدم مكعب، أما مخزونه العالمي فيبلغ ٤ ألف مليون ترليون قدم مكعب، وهو مخزون كبير جداً مقارنة بمخزون الغاز الطبيعي العالمي والذي يقدر بـ ٥ألف ترليون قدم مكعّب. فمثلاً لو أمكن الحصول على ١٪ فقط من مخزون الوقود الثلجي في الولايات المتحده الأمريكيه بطريقة اقتصادية وفنية مناسبة لأمكن مضاعفة مخزونها من الغاز الطبيعي.

بحوث الوقود الثلجي

حظي موضوع الوقود الثلجي باهتمام بعض الدول، فقد نفذّت وزارة الطاقة (Department of Energy - DOE) في الولايات المتحدة الأمريكية برنامجاً له خلال الفترة من ١٩٨٢-١٩٩٢م وصرفت عليه ٨ ملايين دولار أمريكي، وذلك لبناء قاعدة معرفية. وقد توقف البرنامج بسبب أن إمدادات الغاز لم تكن من المواضيع الحرجة في حينه. كذلك نفذت وزارة الصناعة والتجارة في اليابان برنامجاً وطنياً مماثلاً لمدة خمس سنوات (١٩٩٥-١٩٩٩م). ونظراً لاهتمام العالم بموضوع الغاز كمصدر طاقة، فقد حظي موضوع الوقود الثلجي مرة أخرى بالأهمية في السنوات الأخيرة، ففي منتصف تسعينات القرن الماضي تم تكوين إتحاد دولي من كندا واليابان وألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية والهند من خلال الجهات التالية:

- شركة الزيت الوطنية اليابانية (JNOC).
- مركز أبحاث الجيولوجيا الألماني (GFZ).
- هيئة المسح الجيولوجي الكندية (GSC).



■ شكل (٤) أماكن تواجد الوقود الثلجي.



■ شكل (٥) بلورة بيضاء من الوقود الثلجي.

ـ هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي(USGS).
ـ وزارة الطاقة الامريكية (USDOE).
ـ هيئة الغاز الهندية المحدودة (GAIL).
ـ مؤسسة الزيت والغاز الطبيعي الهندية(ONGC).
ـ شركة الزيت البريطانية ـ كندا.
ـ شركة شيفرون ـ كندا.

تهدف الجهات المذكورة من خلال فريق بحثي يضم مئة باحث: إلى دراسة موقع موليك بكندا، حيث تم حفر بئر بعمق ١٢٠٠ متر، وركز على تقييم مميزات الوقود الثلجي وعملية انتاجه وتأثيره البيئي. ويوضح الشكل (٥) بلورة بيضاء من الوقود الثلجي ضمن إحدى العينات التي تم الحصول عليها من خلال نشاطات هذا المشروع.

التحديات الفنية والمخاطر

بالرغم من أن بعض الدراسات تشير إلى توفر الوقود الثلجي بكميات كبيرة، إلا أن نسبة تواجده على ظهر الأرض في القطب الشمالي وفي المياه الضحلة قلية جداً، بل أن تواجده الفعلي هو في قيعان البحار والمحيطات والخلجان، مما شكل بعض التحديات الفنية التي تواجه هذا المصدر والتي من ضمنها:–

١ـ فقدان الأرواح والمعدات خلال عملية الحفر والإنتاج، ووعورة الطريق وصعوبته في مواقع القطب الشمالي، وكذلك إتلاف الأنابيب والكابل والبيئة البحرية في مواقع تواجده وتحت قيعان المحيطات العميقة. كما يمثل تواجد الوقود الثلجي خطراً على مواقع إنتاج النفط والغاز التقليدية وذلك خلال ضخ النفط الحار، والذي بدوره يذيب الوقود الثلجي ويطلق غاز الميثان (Methane) والذي سوف يضعف الترسبات والطبقات الأرضية، وقد ينشأ عن ذلك ضغط عالي يؤدي إلى انفجار الأنابيب وإلى الانزلاقات الأرضية.

وللتغلب على مشكلة الحفر ومخاطر السلامة: لابد من دراسة وتحليل المعلومات المستجدة حول خصائص الوقود الثلجي، والربط بين التغيرات الطبيعية في بيئة أرضية البحار وذوبان (تحلل) الوقود الثلجي.

٢ـ يتسبب انطلاق غاز الميثان أثناء ذوبان الوقود الثلجي إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، حيث يبلغ تأثيره ٢١ ضعفاً مقارنة بتأثير غاز ثاني أكسيد الكربون، وتتطلب هذه الظاهرة من برامج البحث والتطوير بحث طبيعة ومقدار العلاقة الممكنة بين الوقود الثلجي الموجود في الطبيعة والمناخ العالمي.

٣ـ بالإضافة إلى نواحي السلامة والبيئة المذكورة؛ فإن تطوير فهم طبيعة الوقود الثلجي سوف يتيح الفرصة لإعداد تقويم أكثر دقة حول هذا المصدر، علماً بأن الأبحاث والدراسات لم تظهر ـ حتى الآن ـ التقنية المناسبة للإنتاج ولا الجدوى الاقتصادية لهذا المصدر (الوقود الثلجي)، مما يتطلب القيام بمزيد من الأبحاث العلمية والهندسية والبيئية والاقتصادية.

الخلاصة

قد تكون الأزمة النفطية في أوائل سبعينات القرن الماضي هي المحرك الرئيس للبحث عن مصادر وتقنيات جديدة للطاقة. فمنذ ذلك الحين ومراكز الأبحاث العالمية في سباق محموم في ميدان استكشاف مصادر وتقنيات جديدة للطاقة، ومن هذه المصادر الجديدة الوقود الثلجي، حيث تشير المصادر إلى أنه متوفر بكثرة مع عدم الدقة في تحديد مخزونه العالمي. ومما لا شك فيه أن تحويله إلى مصدر طاقة حيوي يواجه بالعديد من التحديات الفنية، وأن إمكانية استغلاله اقتصادياً كمصدر طاقة يتطلب المزيد من الأبحاث العلمية الأساسية والهندسية والبيئية لتحديد إمكانية اعتباره أحد خيارات مصادر الطاقة في المستقبل البعيد.

ولعله من الحكمة أن تشارك الدول النفطية في العالم العربي في هذا السباق، ضمن مضمار استكشاف وتقويم مواردها الطبيعية من الطاقة واكتساب وتسخير التقنيات للحفاظ عليها واستثمارها، وذلك من خلال إنشاء مراكز دراسات وأبحاث ومعلومات الطاقة، وقد يكون من ضمن مهامها القيام بالأبحاث العلمية والتقنية، وإجراء الدراسات، ومتابعة التطورات العالمية في مجال تقنيات ومصادر الطاقة.

المراجع:–

1. http://energy.usgs.gov/otherenergy.html
2. http://www.gashydrate.com/mallik2002/home.sap
3. http://sts.gsc.gc.ca/page1/hydrat/fact2.html
4. Timothy Collett "Natural Gas Hydrates-Vast Resource, Uncertain Future" U.S. Geological Survey, March 2001.



وقود الأسيتيلين

د. محمد شفيق الكناني

الأسيتيلين (Acetylene) ـ صيغته الكيميائية (C_2H_2) ـ عبارة عن غاز عديم اللون قابل للاشتعال وذي رائحة مميزة تشبه رائحة الثوم بسبب وجود آثار من المركبات الكبريتية والفوسفورية.

يصبح الغاز شديد الانفجار إذا سُيِّل أو ضُغط أو سُخِّن أو مزج مع الهواء ، وبناءً على ذلك فإنه يتطلب احتياطات خاصة أثناء إنتاجه والتعامل معه ،جدول(١).

يستخدم الأسيتيلين كمادة خام لإنتاج عدة أنواع من المواد الكيميائية العضوية أهمها ٤,١ بيوتان دايول ، الذي يستخدم بشكل كبير في صناعة مواد بلاستيكية مثل البولي إيثلين، ومكون وقود في لحام أوكسي ـ أسيتيلين (Oxy-acetylene) ، وقطع وتنظيف المعادن، كما تستخدم بعض مركبات الأسيتيلين التجارية مثل أسود الأسيتيلين في بعض أنواع بطاريات الخلايا الجافة والأغوال (الكحولات) الأسيتيلينية التي تستخدم في صناعة الفيتامينات .

اكتشف الأسيتيلين في عام ١٨٠٠م من تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء ، وفي عام ١٨٣٦م تم تحضيره من تفاعل كربيد البوتاسيوم مع الماء ،كما تم تحضيره عام ١٨٥٩م باستخدام القوس الكهربائي في جو من الهيدروجين . وقد استخدم لأول مرة كإشارات ضوئية في السفن وطرق السكك الحديدية عام ١٩٠٥م ، وفي اللحام و قص (قطع) المعادن عام ١٩٠٦م.

الصيغة الكيميائية	C_2H_2
الكتلة المولية	٢٦,٠٤جم/مول
الكثافة عند ٥ْم / ١,٠١٣ بار	١,١٧٥كجم/م٣
الكثافة عند ١٥ْم/ ١ بار	١,١ كجم /م٣
درجة حرارة الاشتعال	٣٣٥ْم في الهواء ، ٣٠٠ ْم في الأكسجين
حدود الانفجار	٢,٣ – ٨٢٪ حجما في الهواء ٢,٥ – ٩٣٪ حجماً في الأكسجين
الكثافة مقارنة بالهواء	أخف ب ١٠ ٪ من الهواء
درجة حرارة الغليان	٨٤ْم

● جدول (١) الخواص الفيزيائية للأسيتيلين.

صناعة الأسيتيلين

طورت شركة باسف (BASF) الألمانية في بداية العشرينات طريقة لصناعة غاز الأسيتيلين من مركبات هيدروكربونية مصدرها الغاز الطبيعي والبترول، وقد بدأت العملية بالإنتاج في بداية الأربعينات، أما في الوقت الحاضر فتتم صناعة الأسيتيلين وفق الطرق التالية:

● طريقة إماهة كربيد الكالسيوم

استخدمت هذه الطريقة فى جنوب أفريقيا ـ ولازالت ـ بسبب توفر المواد الأولية للصناعة، تسمى هذه الطريقة أيضاً بالطريقة الرطبة، وتتضمن ثلاث مراحل للحصول على الأسيتيلين، ففي **المرحلة الأولى** يتم الحصول على الفحم من مناجمه، وفي **المرحلة الثانية** يتم تصنيع كربيد الكالسيوم بتسخين الفحم مع أكسيد الكالسيوم عند درجة حرارة تصل إلى حوالي ٢٠٠٠ْم ، وذلك وفق المعادلة التالية:

$$CaO+3C \xrightarrow{\Delta} CaC_2+ CO$$

أما في **المرحلة الثالثة** فيتم فيها معالجة كربيد الكالسيوم بالماء لينتج غاز الأسيتيلين وفق التفاعل التالي:

$$CaC_2+2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

وفي هذه المرحلة يتم ـ بواسطة لولب حلزوني ـ إدخال لقيم من حبيبات كربيد الكالسيوم إلى مفاعل أسطواني مملوء بالماء إلى مستوى معين مع التحريك المستمر داخل غرفة التفاعل لمنع طفو الحبيبات على سطح الماء فتؤدي إلى انتشار كمية كبيرة من الحرارة ، وبالتالي إلى إشعال الأسيتيلين الناتج عن التفاعل، شكل(١) .

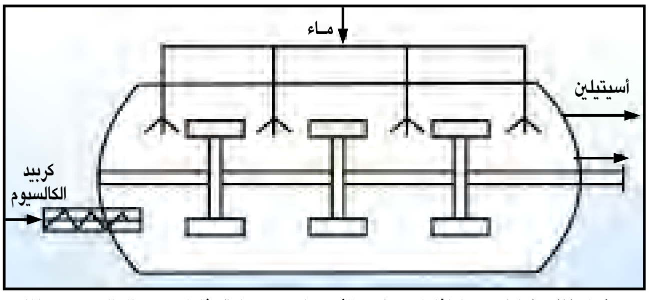
تتم تنقية الأسيتيلين الناتج عن هذه الطريقة من الشوائب ـ مثل كبريتيد الهيدروجين ـ وذلك بإمرار الغاز في محلول من حمض الكلور (HCl) المخفف ومن ثم في محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ، وبعد ذلك يجفف ويعبأ في أسطوانات تحت الضغط والتبريد.

● طريقة التكسير الحراري

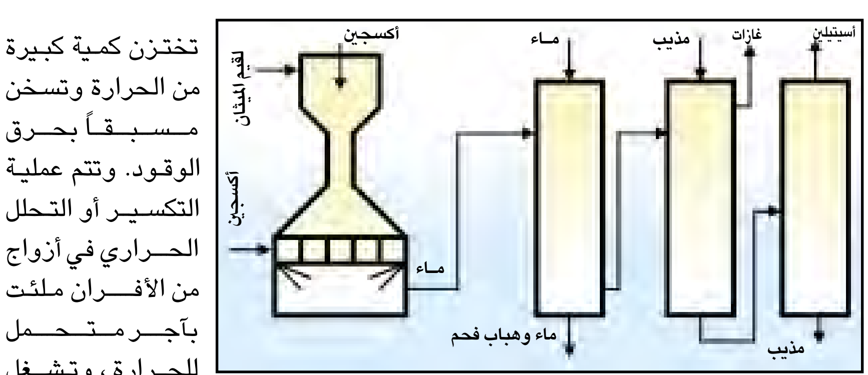
تعتمد هذه الطريقة على التكسير الحراري للغاز الطبيعي ـ الحاوي على أكثر من ٩٠٪ من غاز الميثان ـ أو مركبات هيدروكربونية سائلة كلقيم عند درجات حرارة تتجاوز ١٢٠٠ْم ، وذلك وفق التفاعل التالي:

$$2CH_4 \xrightarrow{\Delta} C_2H_2+ 3H_2$$

ونظراً لاستخدام درجات حرارة عالية، فإنه ينتج عن التفاعل ـ بالإضافة إلى



● شكل (١) مخطط مبسط لمفاعل تحضير الأسيتيلين من عملية تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء.



● شكل (٢) مخطط مبسط لعملية صناعة الأسيتيلين من التكسير الحراري للميثان.

الأسيتيلين والهيدروجين ـ غازات مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون التي تنتج عن احتراق الأسيتيلين مع الأكسجين . وللحصول على درجات حرارة عالية للتفاعل تستخدم لهذا الغرض الطرق التالية:

* **طريقة القوس الكهربائي:** وتعد ملائمة جداً لتسخين اللقيم بشكل سريع ـ اللقائم المستخدمة بهذه الطريقة هي الغاز الطبيعي (الميثان)، والجازولين، والنفثا وغيرها من المركبات الهيدروكربونية السائلة ـ بواسطة قوس كهربائي يبلغ طوله متر واحد يفصل بين مهبط مبرد بالماء ومصعد أنبوبي مبرد بالماء أيضاً ـ تمرر أبخرة اللقيم عبر القوس الكهربائي حيث تصل درجة الحرارة العظمى التي يبلغها الغاز حوالي ١٦٠٠°م. تبرد الغازات الناتجة عن التفاعل تبريداً سريعاً إلى حوالي ١٠٠٠°م ، بإمرار تيار من مركبات هيدروكربونية يتراوح عدد ذرات الكربون فيها من C2 إلى C4 حيث تخضع لعملية تكسير ينتج عنها إيثيلين وألكينات ، وأخيراً تبرد إلى ٢٠٠°م، وذلك بحقن الماء. ينقى الغاز الناتج من هباب الفحم بواسطة قمع فاصل، أما المواد القطرانية فيتم إزالتها بغسلها بالزيت، بينما يزال سيانيد الهيدرجين بغسله بالماء، كما يتم نزع كبريتيد الهيدروجين بواسطة أكاسيد الحديد. يضغط الغاز المنقى الناتج، ثم يغسل بالزيت لفصل المركبات الأسيتيلينية العالية، وبعدها يمتص الأسيتيلين بالماء لفصله عن الهيدروجين والإيثيلين والإيثان.

* **طريقة التحلل الحراري المتجدد:** ويتم فيها تسخين اللقيم بتماسه مع مواد تختزن كمية كبيرة من الحرارة وتسخن مسبقاً بحرق الوقود. وتتم عملية التكسير أو التحلل الحراري في أزواج من الأفران ملئت بآجر متحمل للحرارة ، وتشغل هذه الأفران بطريقة دورية ، ففي حين يسخن أحدهما بأن يحرق فيه وقود بالهواء ، يكون الآخر في دور التكسير، ثم يعكس اللقيم بعدئذ، ويقوم الفرن المعاد تسخينه بدوره، على أن يواصل الفرن الآخر ـ الذي خفض التفاعل الماص للحرارة درجة حرارته ـ دورة إعادة التسخين . ويتم تفاعل تكسير اللقيم ـ يكون عادة البروبان أو النفثا أو الجازولين ـ عند درجة حرارة ١٢٠٠°م وتحت ضغط ٠,٥ جو، ثم تبرد نواتج التكسير تبريداً سريعاً بالماء، ويفصل منها الأسيتيلين الذي يتراوح مردوده حوالي ٣٠٪، شكل (٢).

● **طريقة اللهب**

يتم في هذه الطريقة نقل حرارة اللهب مباشرة إلى اللقيم، وذلك وفق أسلوبين هما :

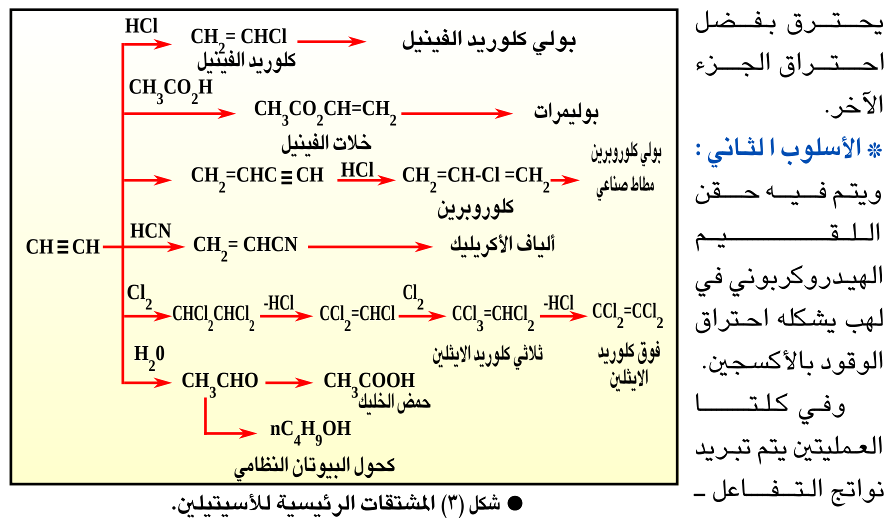
* **الأسلوب الأول :** ويتم فيه حرق اللقيم الهيدروكربوني في مقدار غير كاف من الأكسجين فيتكسر جزء من اللقيم الذي لم يحترق بفضل احتراق الجزء الآخر.

* **الأسلوب الثاني :** ويتم فيه حقن اللقيم الهيدروكربوني في لهب يشكله احتراق الوقود بالأكسجين.

وفي كلتا العمليتين يتم تبريد نواتج التفاعل ـ تكون درجة حرارتها ١٥٠٠°م ـ تبريداً سريعاً بالماء أو الزيت، ومن ثم يفصل الأسيتيلين منها . ويعتمد مردود الأسيتيلين على نوعية اللقيم المستخدم ، فعند استخدام الميثان يكون مردود الأسيتيلين حوالي ٣٠٪.

استخدامات الأسيتيلين

يعد الأسيتيلين من المركبات الهيدروكربونية عالية الفعالية، وهو يستخدم كمادة أولية في الصناعات البتروكيميائية الوسطية والنهائية كما هو مبين في شكل (٣) . وقد ظل الأسيتيلين المادة الأولية أو المصدر الرئيس للصناعات الكيميائية لسنوات طويلة قبل تطوير استخدام الغاز الطبيعي ونواتج المشتقات النفطية في الصناعات البتروكيميائية ، إلا أنه في الوقت الحاضر لاتستطيع طرق تصنيع الأسيتيلين من كربيد الكالسيوم منافسة الطرق البتروكيميائية لتصنيعه حيث ينافس الإيثلين الأسيتيلين بشكل عام في الصناعات البتروكيميائية. ويعود السبب فى ذلك إلى أن هناك عدداً من الجوانب في صناعة الأسيتيلين من كربيد الكالسيوم تجعله مكلف التشغيل أصلاً ، والعامل الأكثر أهمية في ذلك هو الارتفاع الشديد في درجة حرارة التفاعل ومقدار الحرارة الممتصة ، فطرق صناعة الأسيتيلين المذكورة أعلاه تستهلك كميات كبيرة جداً من الطاقة ، مما يجعل تكلفة إنتاجه وفق هذه الطرق باهظة الثمن.



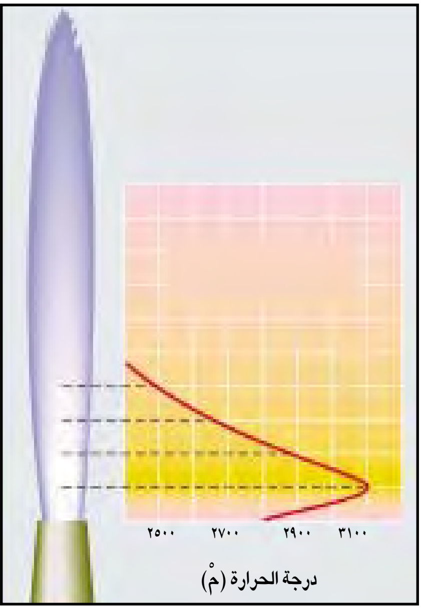
● شكل (٣) المشتقات الرئيسية للأسيتيلين.



كما ويستخدم الأسيتيلين أيضاً في عمليات لحام وقص الصفائح المعدنية، حيث ينتج عن احتراق الأسيتيلين مع الأكسجين تفاعل كيميائي طارد للحرارة، عندما تتفاعل حجوم متساوية من الأسيتيلين والأكسجين لتنتج أول أكسيد الكربون وهيدروجين في المرحلة الأولى، وذلك وفق التفاعل التالي:

$$C_2H_2 + O_2 \longrightarrow CO + H_2$$

وفي المرحلة الثانية من الاحتراق: يحترق أول أكسيد الكربون ويشكل ثاني أكسيد الكربون، في حين يتفاعل الهيدروجين الناتج عن تفاعل المرحلة الأولى مع الأكسجين ليشكل ماء، وبالتالي فإن تفاعل الاحتراق يكتمل وينتج ثاني أكسيد الكربون وماء (يتحول إلى بخار) اللذين هما النواتج الرئيسية للاحتراق،



● شكل (٤) توزع درجة الحرارة من خلال لهب الأسيتيلين مع الأكسجين.

وذلك وفق التفاعل التالي:

$$CO + H_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

ينجم عن التفاعلين المذكورين لهب تبلغ درجة حرارته ٣٢٠٠مْ، وللّهب ثلاثة أنواع هي:

(أ) **اللهب المتعادل**: وينتج عندما يكون حجم غاز الأسيتيلين مساوياً لحجم الأكسجين عند الاحتراق، ويمكن القول بأن الاحتراق كاملاً، ويبين الشكل (٤)، توزع درجة الحرارة من خلال اللهب.

(ب) **اللهب المتفحم**: وينتج عندما يكون حجم غاز الأسيتيلين المحترق أكبر من حجم الأكسجين، ويمكن القول: إن الاحتراق كامل وينتج عنه هباب الفحم.

(ج) **اللهب المؤكسد**: وينتج عندما يكون حجم الأكسجين أكبر من حجم الأسيتيلين، ويكون لون اللهب في هذه الحالة زهري اللون.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن احتراق الأسيتيلين يحرر طاقة حرارية أكبر بكثير من احتراق الغازات الهيدروكربونية الأخرى، مثل الميثان والبروبان والبروبين والإيثان، كما هو مبين في الشكل (٥)، وهذا ما جعله فعالاً جداً لقص المعادن.

مخاطر الأسيتيلين

ينتج عن الأستيلين مخاطر إما ناجمة عن الاشتعال وإما عن استنشاقه، وهي:-

● مخاطر الاشتعال

الأسيتيلين غاز شديد القابلية للالتهاب ويختلف عن بقية الغازات الأخرى القابلة للالتهاب لأنه غاز غير مستقر، ويمكن أن يتفكك بشكل متفجر تحت ظروف معينة إلى عناصره الأساسية (الكربون والهيدروجين).

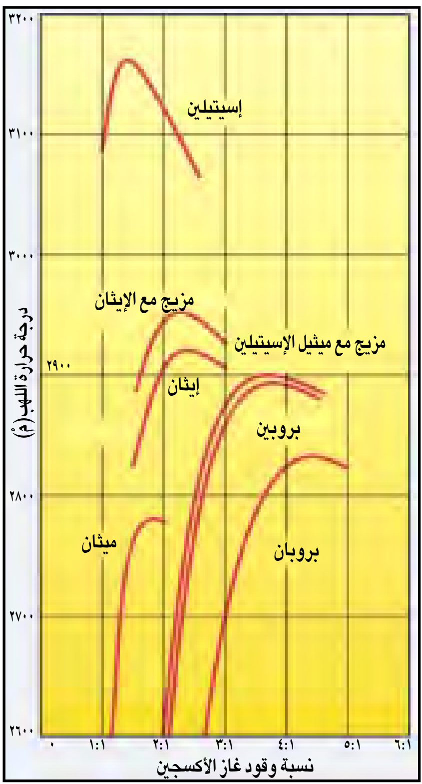
ويحدث اشتعال أو انفجار نتيجة عدم الإلمام بمخاطر استخدام الأسيتيلين، ومنها مايلي:

١ـ عدم استخدام الضغط الصحيح للغاز.

٢ـ وجود أسطوانة الأسيتيلين بوضع غير آمن أو بجانب حرارة عالية أولهب.

٣ـ وجود تشققات في أحد ليات أسطوانة الأكسجين أو الأسيتيلين.

٤ـ تسرب الغاز نتيجة عدم إحكام ربط منظم الغاز بأسطوانة الأسيتيلين.



● شكل (٥) درجة حرارة اللهب الناتج عن نسب معينة من وقود غاز هيدروكربوني مع الأكسجين.

● مخاطر الاستنشاق

يدخل الأسيتيلين إلى جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق، ويصيب الجهاز العصبي المركزي والغشاء المخاطي والرئتين، وتختلف حدة الإصابة بهذه الأجهزة حسب نسبة تركيز الأسيتيلين في الهواء، وذلك وفقاً لما يلي:

ـ **نسبة تركيز ١٠٪**: وعندها يحدث تسمم طفيف مع خدر قابل للشفاء.

ـ **نسبة التركيز ٢٠٪**: ويحدث عندها تسمم واضح مع ضيق تنفس وصداع.

ـ **نسبة ٣٠-٣٥٪** وعندها يفقد الشخص الوعي.

ـ **نسبة تركيز ٨٠٪**: وفيها يحدث تخدير كامل، وارتفاع لضغط الدم، وتنفس سريع، ونبض ضعيف غير منتظم مع غثيان وتقيؤ وإعياء، كما يمكن حدوث اختناق بسبب نقص الأكسجين في هواء التنفس.

إضافة لذلك فقد سجلت تأثيرات غير مرغوبة على العاملين عند استخدامهم لشغل أكسي ـ أسيتيلين أثناء لحام أو قص أو تنظيف المعادن، ومن أهم هذه التأثيرات: حدوث التهاب وقرحة معدية، ويعتقد أن هذه الأعراض نجمت عن التسمم المزمن بالفوسفين الذي هو أخطر نواتج الاحتراق نتيجة وجود ملوثات في الأسيتيلين.



وقود الهيدروجين

د. حسن بن عبد العزيز أباعود
م. غزاي بن نجيخان المطيري

أصبح موضوع الطاقة جزءاً أساسياً في سياسات معظم الدول خصوصاً الدول الصناعية المتقدمة، حيث تبنت أكثرها ما يسمى بـ"سياسات الطاقة" والتي تتضمن قراءة فاحصة لتنوع وتوفر، وتقويم مصادر الطاقة المحلية والمستوردة، واستغلالها الاستغلال الأمثل، وتوعية مجتمعاتها المدنية والصناعية بطرق ترشيدها، مع استشراف وتبني بدائل أو روائف تقنيات ومصادر الطاقة الممكنة للمدى القريب والمتوسط والبعيد، وذلك عن طريق دعم وتحفيز عملية البحث والتطوير.

تتعامل هذه السياسات مع مصطلحات ومفاهيم مترابطة مع بعضها مثل مصطلح الطاقة، والبيئة، والاقتصاد (Energy - Environment - Economy)، وكذلك مفهوم استدامة الطاقة (energy sustainability) والذي يشتمل على عدد من المهام من ضمنها العمل على إطالة عمر الوقود التقليدي مثل النفط والغازالطبيعي. فعلى سبيل المثال: كوّن الرئيس الأمريكي **جورج دبليو بوش** خلال الأسبوع الثاني من توليه الرئاسة مجموعة وطنية للخروج بسياسة وطنية متكاملة للطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية ترتكز على مايلي:

١ـ أن تكون طويلة المدى وذات استرتيجية شاملة.

٢ـ أن تساهم في تقديم تقنيات جديدة ونظيفة لغرض زيادة امدادات الطاقة بكفاءة عالية.

٣– أن تضمن ارتقاء مستوى معيشة الفرد الأمريكي وذلك بضمان ترابط سياسات الطاقة والبيئة والاقتصاد بشكل متكامل.

كما أن هناك خمسة أهداف محددة تسعى السياسة الأمريكية المقترحة إلى تحقيقها؛ وهي:

١– ترشيد استهلاك الطاقة.

٢– تحديث وتوسيع البنية الأساسية للطاقة.

٣– زيادة امدادات الطاقة.

٤– حماية وتحسين البيئة.

٥– زيادة أمن الطاقة.

تعد طاقة الهيدروجين أحد خيارات الطاقة الجديدة والنظيفة والذي يحظى بأهمية خاصة، ليس في الولايات المتحدة وحدها، بل أصبح خياراً شبه عالمي، حيث لايكاد مركز أبحاث عالمي يتخلى عن البحث في مجاله: إنتاجاً أو حفظاً أو استخداماً، خصوصاً أنه مرتبط أساساً بتقنية خلايا الوقود، التي تحظى ـ كذلك ـ باهتمام عالمي و تعد المجال المتاح حالياً لتطبيق طاقة الهيدروجين.

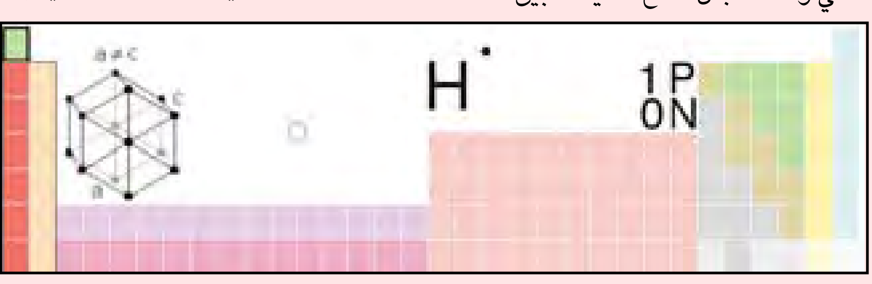
ساهم الاهتمام الشديد بالهيدروجين كوقود لإنتاج الطاقة، في إنشاء الجمعيات والدوريات العلمية والندوات والمؤتمرات المتخصصة، فضلاً عن الدعم الذي يقدمه بعض الساسة ودعاة حماية البيئة وتجمعات أصحاب المصالح الخاصة.

ولعله من المناسب إلقاء بعض الضوء على وقود الهيدروجين كمصدر طاقة واعدة: تعريفه، وخصائصه، وطرق إنتاجه، وحفظه، و استخداماته.

خصائص الهيدروجين

يتصدر عنصر الهيدروجين (H) قائمة العناصر الكيميائية في الجدول الدوري، شكل (١)، ولذلك فإن ذرة الهيدروجين تعد أخف ذرة في العناصر الكيميائية حيث تحتوي على إلكترون واحد سالب الشحنة وبروتون واحد موجب الشحنة. وحتى يمكن للهيدروجين أن يستقر كيميائياً فإنه لابد أن يكسب إلكتروناً واحداً لتصل عدد إلكتروناته الخارجية إلى عدد إلكترونات ذرة الهيليوم (He) العنصر المستقر الذي يليه في الترتيب الدوري، ولذلك تتحد ذرتا هيدروجين برابطة تساهمية أحادية بسيطة (Simple Covalen bond) لتكوين جزئي الهيدروجين (H-H)، وهي الصيغة التي يوجد فيها غاز الهيدروجين (H_2) في الطبيعة.

يعد الهيدروجين أكثر العناصر وفرة في الكرة الأرضية، إذ يمثل حوالي ٧٥٪ من مواد الكتلة الأرضية، ومن النادر أن يوجد



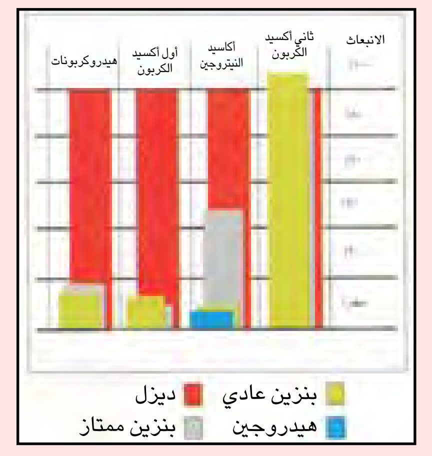
• شكل(١) موقع الهيدروجين في الجدول الدوري.

حراً وإنما يكون متحداً مع بعض العناصر ، فمثلا تتحد ذرتا هيدروجين مع ذرة واحدة من الأكسجين لتكون جزيء الماء (H_2O) .

يتواجد الهيدروجين تحت ظروف الضغط والحرارة القياسية كغاز عديم اللون والرائحة، وتبلغ درجة غليانه ٢٠،٢٧ كلفن (–٢٥١،٧مْ) . من جانب آخر فإنه تحت ظروف الضغط المنخفض كالتي في الفضاء يتواجد على شكل ذرات حرة (H) لعدم توفر ظروف المناسبة لاتحادها لتكوين (H_2)، وله العديد من النظائر أهمها الديوتيريوم ($^{2}_{1}H$) والتريتيوم ($^{3}_{1}H$) ، وهو سريع الاشتعال حتى عند وجوده في تركيزات قليلة، وله شعلة نظيفة لاترى، لذلك فإنه من الصعب ملاحظة احتراقه، وعليه تعمد بعض مصانع الغاز إلى إضافة بعض المواد إليه من أجل إضفاء لون مرئي لشعلته. ينتج عن اشتعال الهيدروجين والأكسجين تكوين الماء ، لذلك فإنه يتميز بقلة العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه مما يجعله " صديق البيئة " .

ويوضح الشكل (٢) نقاوة عوادم السيارات التي تستخدم الهيدروجين كوقود مقارنة بعوادم بعض أنواع الوقود الأخرى.

ومن خصائص الهيدروجين الإيجابية: أن كمية الطاقة التي ينتجها بالنسبة لوحدة الوزن من الوقود تساوي تقريباً ثلاثة أضعاف الطاقة التي ينتجها نفس الوزن من البنزين، وحوالي سبعة أضعاف الطاقة



● شكل (٢) نسبة نقاوة عوادم الهيدروجين مقارنة بعوادم بعض أنواع الوقود الاخرى

المادة	الطاقة بملايين (جول/كلجم)
هيدروجين	١٢١
ميثان	٥٦
بنزين السيارات	٤٧
بترول خام	٤٥
زيت وقود	٤٣
فحم	٢٣
حطب	١٦

● جدول (١) الطاقة المستخرجة من بعض المصادر الهيدروكربونية والهيدروجين

المنتجة من الفحم، جدول (١) .

من جانب آخر يوجد للهيدروجين بعض الخصائص السلبية التي تحد من تبنيه كمصدرمن مصادرالطاقة المعتمدة في عالم اليوم، ومن هذه السلبيات أن الهيدروجين لا يعد مصدراً أولياً للطاقة كالغاز الطبيعي، ولكنه يعد مصدراً ثانوياً أو حاملاً للطاقة ، فهو ينتج أو يستخلص من مصادر أخرى ، ناهيك عن متطلبات السلامة الحذرة عند التعامل معه في مراحل إنتاجه وحفظه ونقله واستخدامه.

إنتاج الهيدروجين

ينتج الهيدروجين حالياً ـ في معظمه ـ من مصادر الطاقة الأحفورية مثل النفط والغاز الطبيعي، والفحم ، ومصادر أخرى، وتقدر نسبة إنتاجه من هذه المصادر بحوالي ٥٠٪ من النفط، ٣٠٪من الغاز الطبيعي ، و١٥٪ من الفحم و ٥٪ من مصادر أخرى .

ويتم إنتاج الهيدروجين من المصادر المذكورة بعدد من التقنيات المعروفة والمستخدمة في الصناعة ، التي يمكن تفصيلها فيما يلي :–

● الهيدروجين من النفط

يتم إنتاج الهيدروجين من النفط بواسطة تقنية التكسير الحراري المباشر للوقود الهيدركربوني ، حيث تمتاز هذه الطريقة بعدم انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون .

● الهيدروجين من الغاز الطبيعي

يتم إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي بعدد من التقنيات المعروفة، من أهمها :

* **إعادة التشكيل ببخار الماء:** ويتم فيها تفاعل الغاز الطبيعي ـ أغلبه غازالميثان ـ مع بخار الماء فينتج أول أكسيد الكربون والهيدروجين، وذلك وفقاً للمعادلة التالية:

$$CH_4 + H_2O \longrightarrow CO+3H_2$$

* **الأكسدة:** وفيها يتم تمرير الهواء(الأكسجين) على الغاز الطبيعي لينتج ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين، وذلك وفقا للمعادلة التالية:

$$CH_4+O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2$$

● الهيدروجين من الفحم

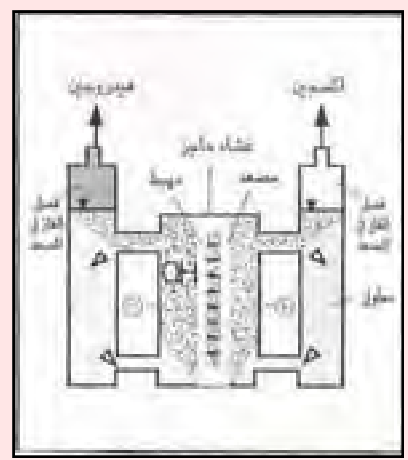
يتم إنتاج الهيدروجين بتحويل الفحم إلى غاز، ثم استخلاص الهيدروجين من الغاز، إما بواسطة إعادة الشكيل ببخار الماء، وإما بواسطة الأكسدة المذكورتين أعلاه .

الجدير بالذكر أن تكلفة إنتاج الهيدروجين من الوقود الأحفورى بالتقنيات المذكورة أعلاه تتراوح ما بين٦ إلى ١٤ دولاراً للقيقا جول (GJ)، ومن الملاحظ أن طرق إنتاج الهيدروجين المذكورة تعتمد على مصادر الطاقة الأحفورية، فضلاً عن ذلك فان استخدام أى من الغاز الطبيعي أو الفحم يزيد من انبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون الذي يضر بالبيئة، وعليه فإن استخدام تقنية التكسير الحرارى للوقود الكربونى (النفط) تعد الطريقة الأنسب لإنتاج الهيدروجين.

● تقنيات أخرى

هناك عدة تقنيات قيد البحث لإنتاج الهيدروجين ، ولكنها لم تطبق على المستوى الصناعى، ومن أهم تلك التقنيات مايلى:

* **التحليل الكهربائى للماء:** وهى تقنية معروفة ومطبقة عملياً لإنتاج هيدروجين بكميات قد تصل إلى آلاف الأمتار المكعبة في الساعة، ولكنها مكلفة حيث تصل تكلفة إنتاج مايوازى القيقا جول (GJ) عشرين دولاراً أمريكياً عندما تكون تعرفة الكهرباء ٥ سنتات للكيلوات.ساعة. وتعتمد هذه



• شكل (٣) خلية كهروكيميائية لتحليل الماء.

التقنية على استخدام نظم التحليل الكهروكيميائي أو ما يسمى بالمحللات الكهروليتية. وتتكون المحللات الكهروليتية بشكل عام من سلسلة من الخلايا الكهروكيميائية، وتحتوي كل خلية على قطبين مصنوعين من فلزات معينة مثل النيكل. ويفصل بين القطبين غشاء، ويتواجد الماء في كل خلية ، حيث يضاف له مادة قلوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) بنسبة تركيز تصل إلى حوالي ٣٠٪، وذلك لزيادة كفاءة التحليل الكهروكيميائي . يوضح الشكل (٣) خلية كهروكيميائية لتحليل الماء .

يتم إنتاج غازالهيدروجين عند مرورالتيار الكهربائي في المحلل وفق عملية التفاعلات التالية :

(١) $2H_2O + 2e \longrightarrow H_2 + 2OH$

(٢) $2OH \longrightarrow 0.5\ O_2 + H_2O + 2e$

(٣) $H_2O \longrightarrow H_2 + 0.5\ O_2$

حيث تمثل المعادلة (١) التفاعل في المهبط، وتمثل المعادلة (٢) التفاعل في المصعد، بينما تمثل المعادلة (٣) التفاعل النهائي.

يعمل الغشاء الحاجز على فصل غاز الهيدروجين عن غاز الأكسجين ، وبعد ذلك يتم تخزين كل غاز على حدة، وبذلك يمكن، استخدام الهيدروجين الناتج من الماء مصدراً للطاقة .

تقوم بعض الدول باستخدام الكهرباء الفائضة عن حاجتها لإنتاج الهيدروجين بهذه التقنية ، حيث يتم استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة من المصادر المتجددة وربطها بالمحللات الكهروكيميائية لإنتاج الهيدروجين . ويبدو أن هذه العملية جذبت انتباه الباحثين نظراً لاقتصادياتها المستقبلية، فهي تمكّن من حفظ الطاقة وتحولها إلى مصدر آخر لأغراض متعددة. وقد قطعت الأبحاث في هذا المجال شوطاً بعيداً بهدف إيجاد طرق حديثة ورفع كفاءة الطرق المستخدمة حالياً، ومن هذه الطرق تحويل الأشعة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام نظم الخلايا الكهروضوئية التي تقوم بمد المحللات الكهروكيميائية بالتيارالكهربائي المستمر (Direct Current - DC).

الجدير بالذكر أن معهد بحوث الطاقة **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** قد قام في مرحلة سابقة بتنفيذ مشروع بحثي مشترك مع ألمانيا تم خلاله تصميم وإنشاء وتشغيل محطة تجريبية لإنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية بقدرة ٣٥٠ كيلو وات في موقع القرية الشمسية بالعيينة، وكان المشروع ناجحاً إلا أن هذه التقنية لاتزال مكلفة . وقد تكون ذات جدوى اقتصادية في المستقبل، خصوصاً للبلدان التي تحظى بأشعة شمس ومياه وافرة .

وفي نطاق استخدام مصادر الطاقات المتجددة لإنتاج الهيدروجين فإن طاقة مساقط المياه هي الأخرى تستقطب اهتمام الباحثين لاستثمارها في عملية إنتاج الهيدروجين اعتماداً على نفس مبدأ استخدام الطاقة الشمسية، خصوصاً خارج وقت ذروة استهلاك الطاقة الكهربائية ، ويبدو أن بعض الدول مثل كندا لديها حظ وافر لتفعيل هذه التقنية، نظراً لتوفر مساقط المياه لديها .

كذلك تعد طاقة الرياح أحد مصادر الطاقة المتجددة و أسرعها نمواً حيث يبلغ نموها السنوي ٢٧ ٪، مما يعني أن السعة المركبة لمحطاتها تتضاعف كل ثلاث سنوات. وتبلغ القدرة الكهربائية للمحطات التي تم إنشاؤها حتى نهاية عام ٢٠٠١ م. حوالي ٢٥٠٠٠ ميقاوات. وفي بعض المناطق أصبحت تكلفة إنتاج الكهرباء بتقنية نظم طاقة الرياح تنافس إنتاج الكهرباء بالطرق التقليدية حيث تبلغ تكلفة الإنشاء ١٠٠٠ دولار أمريكي للكيلو وات، مما يتيح خفض قيمة الكهرباء المنتجة إلى ما دون ٤ سنت للكيلوات وات.ساعة. وفي المواقع التي تحظى بمصادر جيدة من الرياح فإن هذه التكلفة تؤهل طاقة الرياح للمنافسة في عملية إنتاج الهيدروجين. يبين الشكل (٤) مخطط لنظام ربط طاقة الرياح مع نظام إنتاج الهيدروجين و استخدامه.

ونظراً لتغيرات شدة التيارالكهربائي المتعاقبة المنتج من مصادر الطاقة المتجددة والتي تؤثرسلباً على أداء المحللات الكهروكيميائية ، فإن المصنّعين يعكفون على إنتاج محللات مطورة ومتقدمة تستجيب لهذه التغيرات وذات كفاءة عالية تصل إلى ٩٠ ٪ .

• شكل (٤) مخطط لنظام ربط طاقة الرياح مع نظام إنتاج الهيدروجين.

وينبغي الاشارة إلى أن مقدار الطاقة المطلوبة لإنتاج الهيدروجين تكون دائماً أعلى من الطاقة التي يمكن الحصول عليها عند استخدام الهيدروجين كمصدرطاقة.

حفظ الهيدروجين

يمكن حفظ الهيدروجين كغاز مضغوط أو كسائل، كما يمكن حفظه بطرق كيميائية أو فيزيائية مع مواد أخرى مثل هيدريدات الفلزات. تحفظ الكميات الكبيرة من الهيدروجين ـ عادة ـ تحت الأرض في حقول النفط والغاز الناضبة والكهوف الناتجة من مناجم التعدين. تبلغ تكلفة أنظمة تخزين الهيدروجين ثلاثة أضعاف تكلفة نظام تخزين الغاز الطبيعي لنفس مقدار محتوى الطاقة ؛ وذلك بسبب تدني المحتوى الحراري للهيدروجين بالنسبة للحجم. وتطبيقاً لهذا النظام تقوم شركة الغازالوطنية الفرنسية بتخزين الهيدروجين المنتج كمادة ثانوية من إحدى المصافي في طبقات صخرية . كما تقوم شركة أمبيريل البريطانية للصناعات الكيميائة بحفظ الهيدروجين في مناجم الملح. وباستخدام هذا النظام يفقد الهيدروجين مابين ١ إلى٣٪ من كميته سنوياً . يحفظ الهيدروجين على الأرض مضغوطاً في أسطوانات، شكل (٥)، يبلغ حجمها القيا سي ٥٠ لتر وضغطها ٢٠٠ بار، وقد طورت هذه الصهاريج لاستخدامها كخزانات هيدروجين للسيارات والحافلات التجريبية التي تستخدم



● شكل (٥) تخزين الهيدروجين في اسطوانات.



● شكل (٦) عينات خزانات الهيدروجين في المركبات.

الهيدروجين كوقود. وتتميزهذه الخزانات بكفاءة تخزين عالية حيث تبلغ ٠,٠٥ كيلو جرام من الهيدروجين لكل كيلوجرام من الوزن الكلي. يوضح الشكل (٦) أحد عينات خزانات الهيدروجين في المركبات .

تتطلب عملية تحويل الهيدروجين إلى سائل طاقة مكثفة تقدر تقريباً بثلث مقدار طاقة الهيدروجين المسال المراد تخزينها. وعادة يتم استخدام الهيدروجين المسال للمهام التي تتطلب كثافة تخزين عا لية مثل متطلبات استخدام الهيدروجين في الفضاء (المركبات الفضائية)؛ لذلك فإن عملية حفظ الهيدروجين كسائل محدودة جداً.

يمكن للهيدروجين أن يتحد مع بعض الفلزات والسبائك لتكوين هيدرات، حيث تنفصل جزيئات الهيدروجين وتتمكن ذراته من الولوج والاستقرار داخل فراغات شبكيات الفلزات أو السبائك المناسبة . وقد استخدمت هذه الخاصية لخزن الهيدروجين، حيث أمكن الحصول على كثافة تخزين تقدر بحوالي ٠,٠٧ كيلو جرام من الهيدروجين لكل كيلوجرام من هيدرايد المغنيسيوم (MgH_2). وتتميز تقنية حفظ الهيدروجين بالهيدرايد أنها أكثر سلامة من الطرق الأخرى. تجدر الإشارة إلى أنه خلال عملية التخزين هذه تنبعث كمية من الحرارة، وعند الرغبة في استرجاع الهيدروجين المخزون ينبغي توفير مصدر حراري يقوم بتسخين الخزان.

وهناك العديد من الطرق المبتكرة ذات كثافة تخزين أعلى من الطرق التقليدية المذكورة لخزن الهيدروجين يجري دراستها واختبارها مثل استخدام أنابيب الكربون المتناهية الصغر (nano carbon tubes).

استخدامات الهيدروجين

يستخدم الهيدروجين في كثير من الصناعات مثل صناعة النشادر (الأمونيا)، والميثانول وهدرجة الزيوت، وتصنيع الأحماض، وفي عملية تبريد المولدات الكهربائية. وتبلغ كمية الهيدروجين المستهلكة ـ حالياً ـ حوالي ٤٠٠ بليون متر مكعب سنوياً ، وتتلخص نسب استعماله في الصناعات كالتالي:

- ٤٧ ٪ النشادر .
- ٤١ ٪ البتروكيميائيات.
- ٥ ٪ الميثانول .
- ٤ ٪ المعادن .
- ٣ ٪ صناعات أخرى.

● الهيدروجين كوقود

يقتصر استخدام الهيدروجين كوقود في المركبات الفضائية ، مع إمكانية استخدامه في تطبيقات عديدة مثل: المحركات بأنواعها، وتوليد الكهرباء، والتوليد الحراري بالاحتراق الحفزي . وتعد خلايا الوقود أحد التقنيات الواعدة لتطبيقات الهيدروجين واستخدامها لأغراض متعددة . يوضح الشكل (٧) سيارة تجريبية تستخدم الهيدروجين وقوداً .

كما يمكن الحصول على طاقة حرارية عالية عن طريق احتراق الهيدروجين مباشرة



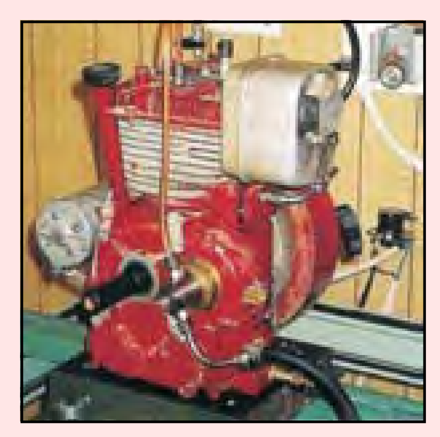
● شكل (٧) سيارة تجريبية تستخدم الهيدروجين وقوداً.


● شكل (٨) مولد أكسجين / هيدروجين بخاري.

مع الهواء، وتطبيقاً لهذا المبدأ قام مركز الفضاء الألماني (DLR) بتصميم واختبار مولد أكسجين/هيدروجين بخاري بسعة ٢٥ ميقاوات بكفاءة تصل إلى ٩٩٪، وذلك لتوليد الكهرباء وقت الذروة ولفترات قصير. ويوضح الشكل (٨) صورة لهذا المولد.

تستخدم آلات الاحتراق الداخلي في تحويل طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة حركية تستغل مباشرة في عملية تسيير الكثير من وسائل النقل كالسيارات، بالإضافة إلى محطات توليد الطاقة الكهربائية ذات القدرات الصغيرة.

ويعد الهيدروجين وقوداً جيداً لآلات الاحتراق الداخلي،حيث تفوق كفاءته كفاءة البنزين بنسبة ٢٠ ٪ . وتجدر الإشارة إلى أن معهد بحوث الطاقة **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** له محاولات ناجحة في تعديل آلة احتراق داخلي


● شكل (٩) آلة أحتراق داخلي تعمل بالهيدروجين.

بقدرة ٨ حصان تعمل بالبنزين لتشتغل بالهيدروجين، شكل (٩) .

يمثل الاحتراق الحفزي أحد أفضل التقنيات وأكثرها أماناً لتسخيرطاقة الهيدروجين خاصة في التطبيقات المنزلية، ويحدث الاحتراق في الغالب على هيئة تفاعل كيميائي متوسط الحرارة دون وجود لهب أو حاجة إلى وسيلة إشعال ، ويتم هذا بفضل استخدام إحدى المواد المحفزة كعامل مساعد على تفاعل الهيدروجين مع الهواء عند درجات حرارة تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٨٠٠ْم ، ويحدث ذلك بمجرد مرور الهيدروجين على هذه المادة المحفزة في وجود الهواء ، وذلك حسب التفاعل التالي :

هيدروجين + أكسجين ←(مادة محفزة) حرارة + ماء .

ومن أهم المواد المحفزة التي يتم استخدامها لتوليد الحرارة بتفاعل الهيدروجين مع الهواء عناصر البلاتين والبلاديوم ، وتستخدم كذلك أكاسيد بعض المواد كالنحاس ولكن بكفاءة أقل . وقد قام معهد فراونهوفر (Fraunhofer) في المانيا بتطبيق تقنية الاحتراق الحفزي للهيدروجين من خلال تطوير واختبار العديد من الأجهزة المنزلية منها موقد يعمل بتقنية الاحتراق الحفزي للهيدروجين، شكل (١٠).

الخلاصة

أصبح موضوع الطاقة جزءاً أساسياً من سياسات الدول، بل إنه الجزء الذي يحظى بالرعاية والاهتمام ، وأصبح لدى الدول ما يسمى بسياسات الطاقة ، حيث تعد


● شكل (١٠) موقد يعمل بالاحتراق الحفزي للهيدروجين.

برامج ترشيد استهلاك الطاقة من برامج الدول الأساسية في الوقت الحاضر. كذلك تعد برامج اقتصاديات الهيدروجين العالمية من إنتاج وحفظ واستخدام للهيدروجين كمصدر طاقة إحدى هذه الظواهر التي تسلك طريقاً رسمه العلماء ويدعمه أصحاب القرار، وتشارك في تنفيذه الجامعات ومراكز الأبحاث والشركات الصناعية الرائدة، إيماناً بأن الهيدروجين هو مصدر طاقة المستقبل على المدى المتوسط و البعيد . لذلك فإن عملية الأبحاث لم تتوقف عن إيجاد وتطوير سبل عديدة لإنتاج الهيدروجين وحفظه واستخدامه مصدراً للطاقة .

المصادر

- **F. Mitlitsky**, "Development of an Advanced, Lightweight, High Pressure Storage Tank for On-board storage of Compressed Hydrogen ", Proc. Fuel Cell for Transportation TOPTEC, Alexandria, VA, SAE, Warrendale, PA, 1996.
- **H. J. Sternfeld and P.Heinrich,** "A Demonstration Plant for the Hydrogen / Oxygen Spinning Reserve", Int.J. Hydrogen Energy, Vol. 14, pp. 703-716, 1989.
- **J.D. Pottier,** "Hydrogen Transmission for Future Energy Systems", in Hydrogen Energy System, Utilization of Hydrogen and Future Aspects, **Y.Yurum,** (ed), NATO ASI, Series E-295, pp 181-194, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1995.
- **G. Keith and W. Leighty,** "Transmitting 4,000 MW of New Windpower from N. Dakota to Chicago: New HVDC Electric Lines of Hydrogen Pipelines", Proc. 14th World Hydrogen Energy Conference, Montreal, Canada, June 2002.

-Internet:
- http://www.dlr.de
- http://www.Fraunhofer.de
- http://ar.wikipedia.org/wiki

خلايا الوقود

د.حسن بن عبدالعزيز أباعود

أعطى استخدام وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) لخلايا الوقود في مركباتها الفضائية في ستينات القرن الماضي إشارة عملية لتطبيقاتها المتعددة ، إلا أن الاهتمام الفعلي بها لم يبدأ إلا حديثاً؛ وذلك لأسباب سياسية واجتماعية وبيئية واقتصادية. ومن مظاهر هذا الاهتمام أن كثيراً من الدول مثل: الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا واليابان وكندا وحتى بعض الدول النامية مثل كوريا الجنوبية أعدت وشرعت في تنفيذ برامج بحث وتطوير في مجال خلايا الوقود.

يبدو أن هذا المجال قد استحوذ على اهتمام مراكز الأبحاث العالمية، إذ يندر أن تجد مركز أبحاث ليس له نشاط بحثي أو تطويري في مجال خلايا الوقود بصورة أو بأخرى ، حيث يعتقد أنها تقنية بديلة واعدة يمكن أن تحقق متطلباتنا من الطاقة، ولكن قد يكون من السابق لأوانه الاقتناع بهذا الاعتقاد على الأقل في المدى القريب.

تعريف خلية الوقود

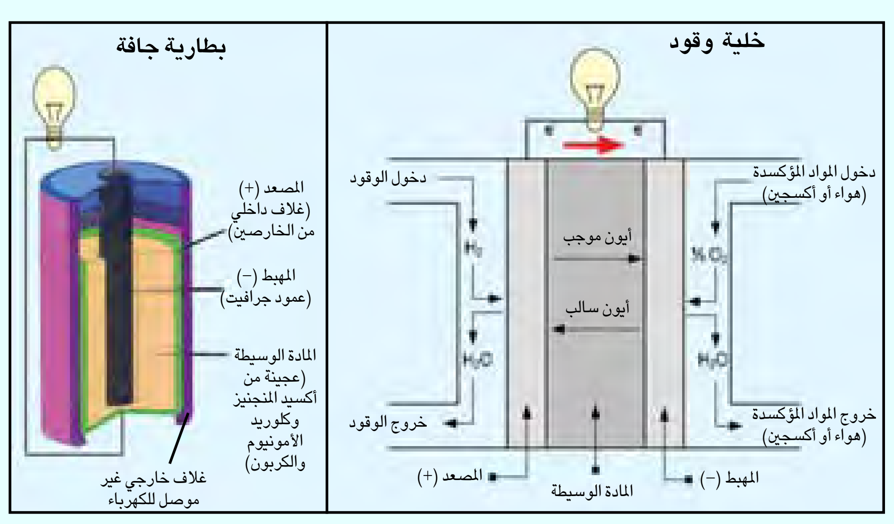
خلية الوقود هي جهاز كهروكيميائي يُحوِّل الطاقة الكيميائية الناتجة من تفاعل وقود الهيدروجين مع أكسجين الهواء مباشرة إلى طاقة كهربائية ذات جهد منخفض بالإضافة إلى حرارة وماء . تتكون الخلية في أبسط صورها من قطب سالب وقطب موجب يحتوي كل منهما على مواد محفزة ـ حسب نوع الخلية ـ يفصل بينها عازل إلكتروليتي يمنع اختلاط الوقود والأكسجين، كما يمنع انتقال الإلكترونات من خلاله، ولكنه يسمح بانتقال الأيونات كما هو موضح في الشكل (١). وخلال عملية التشغيل يتأكسد الوقود عند القطب السالب بوجود المادة المحفزة وتتحرر الإلكترونات، وفي نفس الوقت يتم اختزال الأكسجين في القطب الموجب بوجود المادة المحفزة، فتنتقل الإلكترونات المتحررة من القطب السالب إلى القطب الموجب عبر الدائرة الكهربائية الخارجية وبذلك يتولد تياراً كهربائياً مباشراً(Direct current-D C) يمكن تحويله إلى تيار متردد (Alternating Current-A C) لأداء مهام تشغيلية معينة ، وللحصول على القدرة الكهربائية المطلوبة توضع أكثر من خلية وقود في إطار واحد على شكل مصفوفات .

تتشابه خلية الوقود في بعض مكوناتها وخصائصها مع البطارية، شكل (١). ولكنها تختلف عنها من عدة أوجه ، منها :-

١- أن البطارية جهاز تخزين للطاقة بينما خلية الوقود جهاز تحويل للطاقة .

٢- أن الطاقة القصوى للبطارية تُحدد بكمية المواد الكيميائية الموجودة بها، ويتوقف إنتاج البطارية للطاقة الكهربائية عندما يتم استهلاك مواد التفاعل، بينما تستمر خلية الوقود في إنتاج الطاقة الكهربائية نظرياً طالما تم تزويدها بوقود الهيدروجين والأكسجين .

وعملياً تواجه خلية الوقود بعض الانخفاض في مستوى أدائها وذلك بسبب التآكل أو بسبب تعطل بعض مكوناتها .



● الشكل (١) رسم توضيحي لخلية الوقود والبطارية.

أنواع خلايا الوقود

تصنف خلايا الوقود ـ عادة ـ حسب نوع المادة العازلة (الوسيط) المستخدمة بين الأقطاب، وهناك خمسة أنواع رئيسية من خلايا الوقود وهي :-

● ذات غشاء تبادل البروتون

خلايا الوقود ذات غشاء تبادل البروتون (Proton Exchange Membrane Fuel Cell -PEMFC)، عبارة عن خلايا وقود يتكون الوسط العازل فيها من غشاء من البوليمر، وبسبب ذلك فإنها تسمى أحياناً بخلايا الوقود ذات غشاء البوليمر (PEFC) أو ذات البوليمر الصلب (SPFC) . تتميز هذه الخلايا بسرعة بدء التشغيل مع الاستجابة السريعة لتغير الأحمال الكهربائية ، ولكن بسبب انخفاض درجة حرارتها التشغيلية ـ (٤٠ إلى ٩٠ْم) ـ فإن مقاومتها للوقود الملوث تعد ضعيفة جداً . فمثلاً يؤدي التلوث بكميات قليلة جداً ـ أجزاء من مليون ـ من ثاني أكسيد الكربون إلى انخفاض كفاءتها بدرجة عالية للغاية. ورغم ذلك يحظى هذا النوع من الخلايا باهتمام مراكز الأبحاث، وهو النوع الذي يُزمع استخدامه في وسائل المواصلات (السيارات) . وتعد الخلايا التي تستخدم الميثانول مباشرة (Direct Methanol Fuel Cells-DMFC) كوقود إحدى فروع هذا النوع من الخلايا .

• الخلايا القلوية

تستخدم خلايا الوقود القلوية (Alkaline Fuel Cell- AFC) هيدروكسيد البوتاسيوم كمادة وسيطة، وتبلغ درجة حرارتها التشغيلية مابين ٦٥ إلى ١٢٠ مْ . ورغم أنها تعد من أكثر الأنواع تطوراً إلا أن ضعف تحملها لثاني أكسيد الكربون حتى بنسب قليلة جداً يحد من استعمالها على نطاق واسع على الأرض، ويحظر استخدامها في المركبات الفضائية .

• خلايا حمض الفسفور

تستخدم خلايا حامض الفسفور (Phosphoric Acid Fuel Cell - PAFC) المركز كمادة وسيطة ، وتبلغ درجة حرارتها التشغيلية بين ١٥٠ إلى ٢٠٠ مْ وتعد الأكثر تطوراً والأقرب للتسويق التجاري، حيث تستخدم حالياً في بعض المستشفيات والفنادق ويستفاد أيضاً من حرارتها الناتجة في أداء مهام أخرى مثل التدفئة وتسخين المياه. وتمتاز خلايا حمض الفسفور بأن حرارتها التشغيلية أعلى من خلايا الوقود ذات غشاء تبادل البروتون (PEMFC) ، وبأنها أكثر تحملاً لتلوث الوقود بأول أكسيد الكربون ، ولكنها تحتاج إلى فترة أطول قبل إتمام عملية إنتاج الطاقة مما يحد من استخدامها في المركبات، لذلك يقتصر استخدامها على المحطات الأرضية لإنتاج الطاقة.

• خلايا الكربونات المصهورة

تستخدم خلايا الكربونات المصهورة (Molten Carbonate Fuel Cell - MCFC) مادة كربونات الصوديوم، والبوتاسيوم كمادة وسيطة، و تتراوح درجة حرارتها التشغيلية مابين ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مْ مما يمكن الاستفادة من حرارتها العالية لأغراض متعددة ، ولكن يعاني هذا النوع من الخلايا من عملية التآكل مما يتطلب استخدام مواد مقاومة قد تكون مرتفعة التكاليف .

• خلايا الأكسيد الصلب

تستخدم خلايا الأكسيد الصلب (Solid Oxide Fuel Cell - SOFC) أكسيد التيتريوم، وأكسيد الزركونيوم، كمادة وسيطة، و تعمل في درجة حرارة تتراوح مابين ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ مْ ، وتتميز بقوة تحملها للشوائب الموجودة في الوقود باستثناء مادة الكبريت. ويجرى العمل حالياً على تقنيات ومواد تخفض درجة الحرارة التشغيلية إلى ما دون ٦٠٠ مْ ، فيما يطلق عليه الآن خلايا الأكسيد الصلب متوسطة الحرارة (Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cell-ITSOFC).

وبالرغم من أن التصنيف أعلاه يعتمد على نوع المادة الوسيطة ، إلا أن هناك من يصنفها إلى نوعين رئيسيين حسب درجة الحرارة التشغيلية ، وهما خلايا الوقود ذات الحرارة العالية والمنخفضة .

ويلخص الجدول (١) أهم خصائص الأنواع الرئيسة لخلايا الوقود. كما يوضح الشكل (٢) ، عينة من خلايا الوقود.

وقود خلايا الوقود

تستخدم خلايا الوقود غاز الهيدروجين كوقود لتشغيلها، وهي تعمل على الهيدروجين النقي، ولكن الهيدروجين ليس مصدراً أولياً إنما يتم تصنيعه أواستخلاصه من مصادر أخرى مثل النفط ومشتقاته والغاز الطبيعي، والفحم، وعن طريق التحليل الكهربائي للماء إلى عنصريه (الأكسجين والهيدروجين). وعادة تتم عملية استخلاص الهيدروجين من هذه المصادر خارج نظام خلايا الوقود بتقنيات مختلفة . وتعتمد درجة نقاوة الهيدروجين المستخلص على الطريقة المستخدمة لإنتاجه، فقد يتطلب معالجة وتنقية إضافية ليكون ملائماً لاستخدامه في خلايا الوقود، كما تعتمد درجة النقاوة أيضاً على مصدر الوقود نفسه . ويمكن أن تتم عملية استخلاص الهيدروجين داخل نظام خلايا الوقود بأقل تكلفة وأكثر مرونة،لإمكانية الاستفادة من الحرارة الناتجة من الخلايا في عملية استخلاص الهيدروجين. وتستخدم هذه الطريقة عادة لخلايا الوقود ذات الحرارة العالية.

قد تكون هذه المعالجات مقبولة عند استخدام خلايا الوقود في توليد الطاقة كمحطات إنتاج ثابتة، ولكن تقع الإشكالية عند استخدام خلايا الوقود في وسائل النقل والمواصلات والاستخدامات المتنقلة، لأنه يتطلب إنتاج الهيدروجين وحفظه أو حفظه فقط عندما يكون إنتاجه خارج المركبة، لذلك قامت عدة شركات خصوصاً شركات تصنيع السيارات بعدد من المحاولات التطبيقية لحفظ الهيدروجين على متن المركبة(السيارة) عن طريق اتحاده مع مواد صلبة (Metal Hydrides)، وقد اتضح أن ذلك يزيد من الثقل على المركبة. كذلك كانت هناك محاولات لحفظ الهيدروجين في خزانات على شكل غاز سائل أو غاز مضغوط، وتمت أيضاً محاولات لاستخلاص الهيدروجين على متن المركبة نفسها ، مع العلم أن متطلبات الوقود المرغوب فيه لخلايا الوقود يجب أن يكون متوفراً وسهل النقل والتخزين وغير سام، وأن يكون من الناحية الإقتصادية ذا سعر منافس.

لا يوجد حالياً وقود يحقق كل هذه المتطلبات، ولكن هناك بعض أنواع الوقود قريبة من تحقيقها ، ومنها الميثانول والجازولين والإيثانول والديزل، ولكل منها محاسنه ومساوئه . فالميثانول متوفر



• شكل (٢) خلية وقود.

النوع	درجة حرارة التشغيل (مْ)	مادة القطب السالب	المادة الوسيطة	مادة القطب الموجب
ذات غشاء تبادل البروتون	٤٠–٩٠	البلاتين/ كربون تفلون	بوليمر	البلاتين/كربون+تفلون
ذات الوسط القلوي	٦٥–١٢٠	البلاتين/البالاديوم+تفلون	٨٥–١٠٠٪ هيدروكسيد البوتاسيوم	البلاتين/الذهب+تفلون
ذات الوسط الحمضي الفوسفوري	١٥٠–٢٠٠	البلاتين/كربون+تفلون	الحامض الفوسفوري	البلاتين/كربون+تفلون
ذات الوسط الكربوني المصهور	٦٠٠–٧٠٠	النيكل/الكروم	كربونات الليثيوم أو البوتاسيوم أو الصوديوم	أكسيد النيكل
ذات الوسط الأكسيدي الصلب	٦٥٠–١٠٠٠	الكوبلت/النيكل/أو أكسيد الزركونيوم	أكسيد اليتريوم/ أكسيد الزركونيوم	السترنشيوم

• جدول (١) أنواع خلايا الوقود الرئيسة.

ورخيص الثمن، ولكن يرى البعض أنه غير مناسب لأنه يسبب تآكل المعادن بسرعة، كما أنه قليل الكفاءة، وسام . أما الجازولين فإنه متوفر إلا أن تركيبته الكيميائية معقدة مما يصعب من عملية معالجته لاستخلاص هيدروجين نقي منه، كما أن كفاءته قليلة مقارنةً باستعمالاته في المركبات التقليدية . أما الإيثانول فإنه خيار جيد ولكنه متوفر في أماكن معينة . أما الديزل فعادة يحتوي على نسبة عالية من الكبريت، وهو أصعب أنواع الوقود السائل من ناحية إعادة صياغة تركيبه الكيميائي، واستخدامه قد يكون في مجال التطبيقات العسكرية والتي لاتخضع للمتطلبات المذكورة . وتجرى الأبحاث حالياً على تحسين وتطوير تقنيات ومواد استخلاص الهيدروجين من هذه الأنواع السائلة من الوقود، بالإضافه إلى أنواع أخرى من الوقود مثل النفثا الخفيف والثقيل والكيروسين . وكما هو واضح فإن جميع الخيارات المذكورة سائلة، مما يسهل التعامل معها من ناحيه الحفظ والنقل والتوزيع. ومما لاشك فيه أن موضوع وقود خلايا الوقود لا يزال معضلة يحد من تطويرها واستخدامها على مستوى واسع خصوصاً في وسائل المواصلات .

مميزات خلايا الوقود

تتميز خلايا الوقود بعدد من المزايا الإيجابية عن غيرها من مولدات الطاقة، ومن ذلك :

١- كفاءة عالية، سواء أكانت تحت حمل تشغيلي عالٍ أم منخفض مقارنةً بمولدات الطاقة الأخرى، شكل (٣).

٢- كفاءة كلية تقدر ما بين ٧٥ إلى ٨٥٪ (٤٠٪ كهربائية + ٣٥-٤٠٪ حرارية) .

٣- مستوى تلوث منخفض جداً.

٤- مستوى صوت وإزعاج منخفض جداً (عملية صامتة تقريباً) .

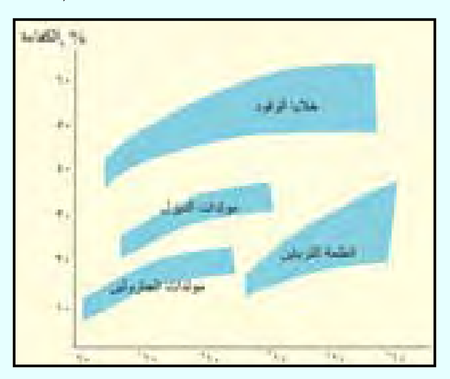
٥- لا توجد أجزاء ذات حركة ميكانيكية .

٦- مرونة في استخدام الوقود.

٧- السرعة والسهولة في التركيب .

٨- إمكانية إنتاج ماء صالح للشرب خلال التشغيل .

٩- لا تحتاج إلى صيانة مكثفة.



● شكل (٣) قدرة محطات القوى (كيلو وات).

تطبيقات خلايا الوقود

تعد التطبيقات العديدة لاستخدام خلايا الوقود في مجال توليد (تحويل) الطاقة من الميزات الإيجابية لهذه التقنية، لإمكانية استخدامها على نطاق واسع في المنازل والفنادق والمجمعات التجارية وفي وسائل المواصلات مثل السيارات، والشاحنات والحافلات وفي السفن والغواصات وفي المركبات الفضائية. ونظراً لطبيعة خلايا الوقود فإنه يمكن تركيبها على شكل وحدات (مصفوفات) بقدرات مختلفة مما يعطيها ميزة تنافسية ومجال واسع من التطبيقات الصغيرة، حيث يمكن استخدامها في التطبيقات الصغيرة كمصدر طاقة لبعض الأجهزة مثل: الأجهزة الإلكترونية كالحاسب الآلي المحمول، إلى التطبيقات الكبيرة كمحطات القوى الكهربائية الرئيسة. وتُعد شركات إنتاج السيارات الكبرى في العالم من أكثر الجهات التي تعمل على أبحاث خلايا الوقود، حيث أنتجت نماذج تجريبية لسيارات تعمل بخلايا الوقود. وتسعى الحكومة اليابانية إلى إنتاج ٥٠ ألف مركبة تعمل بخلايا الوقود وذلك بحلول عام ٢٠١٠م ، وكذلك مليون ونصف وحدة من خلايا الوقود للاستعمال السكني والتجاري .

وضعية خلايا الوقود

تمر أنواع خلايا الوقود المشار إليها بمراحل تطوير مستمرة من ناحية تحسين الأداء وتأهيل الوقود المناسب وخفض التكلفة، ويمكن تصنيف العوائق التي تواجه خلايا الوقود حسب التطبيقات لهذه التقنية و التي تتضمن الحجم والوزن ودرجة الحرارة والمتانة والاعتمادية خصوصاً عند تطبيقها في

مجال التطبيق	العوائق	مستوى الصعوبة
وسائل المواصلات	التكلفة المتانة البنيه التحتيه للوقود تخزين الوقود	عالٍ عالٍ عالٍ عالٍ
محطات توليد الطاقة الثابتة	التكلفة المتانة البنيه التحتيه للوقود تخزين الوقود	متوسط عالٍ متوسط منخفض
محطات التوزيع الطاقة	التكلفة المتانة البنيه التحتيه للوقود تخزين الوقود	متوسط عالٍ متوسط منخفض
الأجزاء المتنقلة	التكلفة المتانة تصغير النظام الوقود وتغليفه	منخفض عالٍ عالٍ متوسط

جدول (٢) عوائق تطوير خلايا الوقود حسب الاستخدام.

وسائل المواصلات والأجهزة المتنقلة . ويلخص جدول(٢) العوائق والتحديات التي تواجه تطوير خلايا الوقود ومستوى الصعوبة وذلك حسب مجال التطبيق .

الخلاصة

تشهد تقنية خلايا الوقود اهتماماً متزايداً من قبل الدول الصناعية المستهلكة للطاقة لأسباب عدة، منها: محاولة رفع كفاءة استهلاك الوقود للتقليل من استهلاكه ولحماية البيئة من ملوثات مولدات الطاقة التقليدية خصوصاً في مجال النقل، مما حدا بالعديد من شركات السيارات العالمية بأن تعلن عن خطط استراتيجية لإنتاج سيارات تستخدم خلايا الوقود ، مما يوحي باستمرار عملية تطويرخلايا الوقود أملاً في تحقيق الأهداف المنشودة. إلا أن واقع الحال يشير إلى وجود العديد من المعوقات الفنية والاقتصادية التي تحد من استخدام هذه التقنية على نطاق واسع خصوصاً في المدى القريب، والذي قد يستغرق عشر سنوات على أقل تقدير .

المصادر

1. **J.H. Hirschenhofer**, et al., Fuel Cell Handbook Fourth Edition, Parsons Corp. 1998.
2. Fuel Cell Report to the Congress, 2002, USA.
3. **H.A. Abaoud**, et al, "A hybrid technique for fabricating PEMFC's low platinum loading electrodes", J. New Mat. Electrochem. System 6, 149-155 (2003).
4. **Prigent, M.** On board hydrogen generation for fuel cell powered electric cars. Areview of various available techniques. Revue de l ,Institute Francais du Petrole 52 (1997) p.349.
5. www.fuelcells.org
6. www.fuelcelltoday.com

عالم في سطور

عادل عوض

● **الاسم والجنسية:** د. عادل رفقي عوض، سوري الجنسية.

● **تاريخ ومكان الميلاد:** ٢٨ آذار ١٩٤٩م، اللاذقية، سورية.

● **التعليم**

١٩٦٨م الشهادة الثانوية مدرسة جول جمال / اللاذقية

١٩٧٣م بكالوريوس هندسة مدنية، جامعة دمشق.

١٩٧٧م دبلوم هندسة العمارة وتخطيط المدن، جامعة شتوتغارت.

١٩٨٣م دكتوراه الهندسة المعمارية/تخطيط المدن من جامعتي شتوتغارت وميونيخ.

١٩٨٣م دكتوراه الهندسة المدنية/هندسة بيئية صحية من جامعة شتوتغارت.

● **التدرج الوظيفي**

١٩٧٤-١٩٧٥م معيد في جامعة تشرين/اللاذقية.

١٩٨٤ -١٩٩٠م مدرس في جامعة تشرين/اللاذقية.

١٩٩٥م أستاذ في قسم الهندسة البيئية/جامعة تشرين.

١٩٨٤- ١٩٨٧م رئيس قسم هندسة المواصلات في كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين.

١٩٨٧- ١٩٩٢م رئيس قسم الهندسة البيئية كلية الهندسة المدنية جامعة تشرين.

١٩٩٢-١٩٩٥م أستاذ زائر في قسم الهندسة المدنية بجامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية.

٢٠٠٣-٢٠٠٤م باحث زائر قسم إدارة الموارد المائية بجامعة هامبورغ التكنولوجية في ألمانيا.

● **النشاط العلمي**

● أربع أطروحات علمية.

● أربعة تقارير فنية.

● خمسون تقريراً علمياً.

● سبع وثمانون ندوة ومؤتمر وورشة عمل.

● ثمانون بحثاً في مجلات علمية محكمة أو متخصصة.

● ستة عشر كتاباً أو فصلاً في كتاب.

● استشارات علمية، وتقارير فنية، وبحثية لجهات علمية قطرية وعربية ودولية منها:

١- إدارة مصادر المياه والمخلفات السائلة والصلبة: برنامج الأمم المتحدة للبيئة (اليونيب).

٢- الآثار البيئية للطاقة الحيوية: هيئة الأمم المتحدة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لدول غربي آسيا (الاسكوا).

٣- الاستدامة البيئية الحضرية في المنطقة العربية المسكن والأرض وضمان الحيازة من منظور إقليمي: هيئة الأمم المتحدة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لدول غربي آسيا (الاسكوا).

٤- الإدارة البيئية المتكاملة بواسطة الحاسوب: لمنظمة العربية والثقافية والعلوم.

٥- التخطيط العمراني البيئي: جامعة الدول العربية / مجلس وزراء الإسكان العرب.

٦- إدارة الكوارث الطبيعية: أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية بالرياض.

٧- النطاقات الزلزالية الاحتمالية في العالم: لليونسكو ودائرة المسح الجيولوجي الأمريكية والجمعية الفرنسية للهندسة الزلزالية.

٨- الإدارة الهندسية للمجتمعات المعرضة للخطر الزلزالي: منطقة حوض المتوسط وأوروبا (روما ولشبونة).

● **عضوية اللجان**

لعالمنا نشاط مميز في عضوية اللجان والجمعيات المحلية، منها ما يلي:

● اللجنة الوطنية الأردنية الخاصة بالبرنامج الهيدرولوجي الدولي التابع لليونسكو.

● اجتماعات الخبراء العرب حول مصادر المياه والقوانين والتشريعات لإدارة مصادر المياه المشتركة في المنطقة العربية.

● معهد بحوث الهندسة الزلزالية، كاليفورنيا/أميركا.

● مجلس المستشارين للأبحاث التابع لمعهد البيوغرافيا الأميركي نورث كارولينا/أميركا.

● الجمعية الدولية لإيكولوجيا الطبيعة/هولندا.

● اللجنة العلمية للمجلس الثقافي العالمي بالمكسيك، لتقييم أعمال المرشحين العلمية لجائزة **آينشتاين** العالمية للعلوم.

● المجموعة الدولية لبحوث الحاسوب، الأكاديمية العالمية للعلوم والهندسة، أثينا/اليونان.

● نظم النصوص الفائقة التابعة لجمعية المعلوماتية الألمانية.

● جمعية الكومبيوتر العالمية التابعة معهد مهندسي الإلكترونيات (IEEE) مركز الجمعية واشنطن .D.C أميركا.

● المجموعة الدولية للسكن (HIC)، المكسيك.

● **الجوائز والأوسمة والتقدير**

نال **د.عوض** العديد من الجوائز والأوسمة وشهادات التقدير منها:

١- خطاب شكر وتقدير من الهيئة الدولية التحكيمية (إستنبول/تركيا) لجائزة **الملك فهد** للعمارة الإسلامية لعام ١٩٨٦م.

٢- جائزة الشرف العالميون الخمسمائة،١٩٩٥م.

٣- موسوعة الماركيز العالمية للشخصيات البارزة عام ١٩٩٤م، أميركا.

٤- الجائزة الوطنية للبحوث الصحية السورية لعامي ١٩٩٤ و١٩٩٥م.

٥- الموسوعة العالمية للعلوم والتكنولوجيا، ١٩٩٥م، أميركا.

٦- موسوعة رجال الإنجازات، وجائزة القرن العشرين للإنجازات الهندسية،١٩٩٥م ، مركز التوثيق العالمي (IBC)، كامبردج/إنكلترا.

٧- ميدالية رجل العام ١٩٩٦م، مركز التوثيق العالمي(IBC).

٨- موسوعة "٥٠٠٠ شخصية من العالم" ذات للإنجازات المؤثرة على البشرية ١٩٩٧م.

٩- ميدالية الرجل المميز لعام ١٩٩٧م.

● **براءات الاختراع**

١- ميدالية ذهبية وشهادة تقدير وأفضل اختراع عن "نموذج رائد تجريبي وتطبيقي لفرز النفايات الصلبة في المدن" ١٩٩٧،١٩٩٩م.

٢- استخدام الزيولايت الطبيعي في المعالجة المتقدمة لإزالة المواد المغذية من مياه الصرف الصحي المعالجة بيولوجياً". ١٩٩٨ (ابتكار مشترك مع **سامح غريبة**).

وقود الصواريخ

د. ناصر بن عبدالله الرشيد

وقود الصواريخ عبارة عن خليط من مواد كيميائية تولد عند احتراقها غازات كثيفة ذات ضغط ودرجة حرارة عاليين، يعملان على دفع الصاروخ. يتكون هذا الخليط ـ في العادة ـ من وقود ومؤكسد، حيث يشكل الوقود المادة التي تحترق عندما تمتزج مع الأكسجين. أما المؤكسد فهو عامل يطلق الأكسجين اللازم لحرق الوقود، ويطلق على نسبة المؤكسد إلى الوقود مصطلح نسبة الخليط (Mixture ratio).

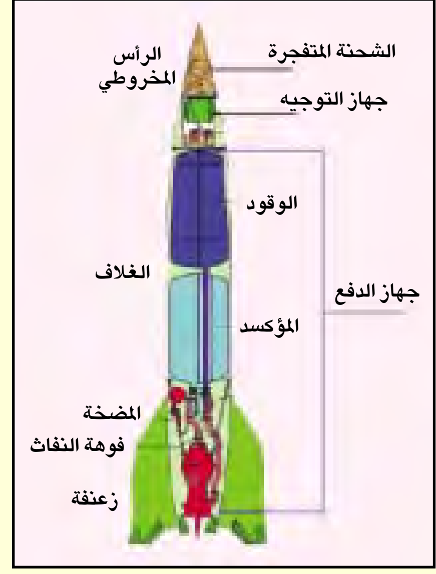
تقاس كفاءة الوقود الدافع للصواريخ (Propellant) بمقدار الدفع النوعي (Specific Impulse) والذي يدل على كمية الدفع ـ مقدَّرة بالكيلوجرام ـ الناتجة عن احتراق كيلوجرام واحد من الوقود في ثانية واحدة. ومع أن قوة الدفع النوعي تميز نوع الوقود الدافع إلا أن قيمتها الحقيقية تختلف ـ إلى حد ما ـ حسب طريقة التشغيل وتصميم محرك الصاروخ.

يعتقد العلماء أن الصينيين هم أول من اخترع الصواريخ، ولكن لا يعرف على وجه التحديد متى بدأ ذلك، حيث اقتصر استخدامهم لها على عروض الألعاب النارية، وكانت تستخدم مادة يطلق عليها الوقود الأسود الذي يتكون من فحم نباتي ونترات البوتاسيوم والكبريت.

طور الضابط البريطاني **وليم كونجروف** في بداية القرن التاسع عشر الميلادي صاروخاً يحمل متفجرات. ونظراً لوزنه الخفيف (٢٧كجم)، فإنه لم يحمل إلا كمية قليلة من الوقود، وبالتالي لم يستطع التحليق إلا إلى ارتفاع قليل(٢,٥كم)، وقد استعملت بريطانيا هذا الصاروخ في حربها مع الولايات المتحدة عام ١٨١٢م.

أصبح **روبرت جودارد** العالم الأمريكي مبتدع الصواريخ الحديثة عندما تمكن عام ١٩٢١م من إطلاق أول صاروخ له وقود دافع سائل إلى ارتفاع ٥٦متراً، معتمداً على نظرية المدرس الروسي **كونستانتين تسيولكوفسكي** لحساب طاقة الصاروخ التي نشرها عام ١٩٠٣م، وقد تطورت الصواريخ وتنوعت أشكالها ووظائفها مع مرور الوقت بحسب الوقود المستخدم.

تتكون الصواريخ من عدد كبير من الأجزاء يوزعها مصممي ومحللي الصواريخ إلى أربعة أنظمة بحسب الوظائف التي تؤديها، وهي الهيكل، ونظام الشحنة المتفجرة للصاروخ ، ونظام التوجيه، ونظام الدفع، شكل (١). وتعمل الصواريخ بمحركات تنتج طاقة تزيد بعشرات المرات عن أي محرك آخر، حيث يستطيع الصاروخ أن ينتج طاقة تقدر بثلاثة آلاف ضعف طاقة محرك السيارة، ونظراً لأن الصاروخ يحرق الوقود بسرعة هائلة ـ أحرق الصاروخ ساتورن أكثر من ٢١٢٠ ألف لتر



● شكل (١) أجزاء الصاروخ.

من الوقود خلال ٢,٧٥دقيقة من انطلاقته، فإنه يجب أن يزود بكميات كبيرة من الوقود.

تولد الصواريخ دفعاً هائلاً نتيجة لاحتراق الكميات الضخمة من الوقود، فيعمل ذلك على تحريكها بعكس اتجاه اندفاع نواتج الاحتراق المنطلقة من الفتحة الخلفية للصاروخ ـ فوهة النفاث (Nozzle) ـ بحسب قانون **نيوتن** الثالث للحركة الذي ينص على: «أن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه».

آلية عمل وقود الصواريخ

يحرق الصاروخ وقوداً خاصاً في حجرة الاحتراق فينتج غازاً يتمدد بسرعة. يضغط هذا الغاز داخل حجرة الاحتراق بالتساوي في كل الاتجاهات، فيخرج الغاز من مؤخرة الصاروخ من خلال فوهة النفاث، فيختل الضغط؛ لأن ضغط الغاز المندفع من الفوهة لا يعادل الضغط على مقدمة الصاروخ، فيعمل هذا الضغط غير المتساوي على دفع الصاروخ إلى الأمام.

تولد الصواريخ دفعاً قوياً عن طريق تحويل الوقود الدافع (Propellants) إلى غازات ساخنة جداً تندفع بسرعة عالية من خلال فوهة النفاث، فتؤدي إلى انطلاق الصاروخ في الفضاء. تقاس قوة الدفع الناتج بحاصل ضرب معدل الدفع الكتلي للوقود الدافع (Mass flow rate) مع سرعة انفلات غازات العادم(Exhaust velocity)

كما حددها قانون نيوتن الثالث للحركة، أي أن:
قوة الدفع = معدل الدفع الكتلي × سرعة الغازات
ينطلق الصاروخ إلى الأعلى بفعل اندفاع الغازات الناتجة عن احتراق الوقود في حجرة الاحتراق من فوهة النفاث الخلفية، وكلما ارتفع الصاروخ زاد تسارعه بسبب ضعف أو انعدام مقاومة الهواء، وضعف الضغط الجوي على الفتحة الخارجية لفتحة النفاث، وبالتالي فإن الصاروخ يكتسب سرعته القصوى عند غياب القوى الخارجية المؤثرة عليه بفعل النسبة الكتلية وسرعة انفلات الغازات من فوهة النفاث.

أنواع وقود الصواريخ

يوجد عدة أنواع من الوقود الدافع للصواريخ (Propellants)، منها ما يلي:-

● الوقود الصلب

يتكون الوقود الصلب من مادة بلاستيكية أو مطاطية تسمى الحبوب (Grains)، والتي تتكون بدورها من الوقود والمؤكسد في الحالة الصلبة. ومن الجدير بالذكر أن الوقود والمؤكسد في الوقود الصلب لا يشتعلان إذا تلامسا مع بعضهما البعض - كما في الأنواع الأخرى من الوقود الدافع - إذ لا بد من وجود مادة إشعال. ويتم ذلك إما بإحراق كمية صغيرة من المسحوق الأسود (خليط من نترات البوتاسيوم والفحم النباتي والكبريت)، أو بالتفاعل الكيميائي عن طريق رش الوقود الصلب بمركب كلور سائل.

بقي الوقود الصلب على ما هو عليه منذ أن استخدمه الصينيون منذ مئات السنين في عروض الألعاب النارية والأسلحة، ولم تتقدم تقنية لوقود الدافع للصواريخ إلا بنهاية القرن التاسع عشر عندما تم استخدام مسحوق عديم الدخان استخدم بشكل أساس في الأسلحة النارية والمدفعية.

طورت الولايات المتحدة خلال الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي ما يعرف بوقود الصواريخ الصلب النموذجي، وهو عبارة عن خليط مكون من مسحوق بركلورات الأمونيوم (Amonium Perchlorate) كمؤكسد مخلوطاً مع مسحوق الألمنيوم (كوقود) مثبتة مع بعضها البعض على قاعدة من أكريلو النيتريل عديد البولي تادائين (Polybutadien Acrylonitrile-PBAN) يُشَكّل هذا الوقود على هيئة سائل ثم يصب في أشكال مناسبة، فيتخثر إلى مادة صلبة تشبه المطاط.

* مميزات وعيوب وقود الدفع الصلب:

وهي كما يلي:-

- المميزات: ومن أهمها ما يلي:-

١- يعد الأسهل في الاستخدام والتخرين من وقود صواريخ الدفع السائل، مما يجعله نموذجياً في الاستخدامات الحربية، ولذا فقد قامت الولايات المتحدة في السبعينات والثمانينات من القرن الماضي بتحويل كل صواريخها إلى الوقود الصلب. أما روسيا فقد طورت في الثمانينات والتسعينات وقوداً دافعاً صلباً للصواريخ عابرة القارات، ولكنها أبقت على استخدام الصواريخ ذات الوقود الدافع الغازي.

٢- يتميز بالبساطة وسهولة الاستخدام في الصواريخ متعددة المراحل، لذلك فإن جميع الصواريخ عابرة القارات الروسية والأمريكية التي تعمل بالوقود الصلب لها ثلاث مراحل.

٣- يتميز بقوة الدفع وقلة التكاليف مما جعله الخيار الأنسب حينما تكون هناك حاجة إلى قوة دفع شديدة وتوفير في التكاليف، ولهذا السبب يستخدم العلماء لإطلاق مكوك الفضاء وكثير من عربات القذف المدارية البعيدة صواريخ ذات وقود دفع صلب في مراحلها الأولى.

- العيوب: وهي كما يلي:-

١- يمتلك الوقود الدافع الصلب قوة دفع نوعية (Specific Impulse) أقل من الوقود الدافع السائل، كما أنه من الصعب بناء صواريخ تعمل بالوقود الصلب ذات نسبة كتلية (Mass Ratio) كبيرة - نسبة كتلة الصاروخ ومحتوياته من المعدات والوقود الدافع إلى كتلة الصاروخ ومعداته بدون الوقود الدافع - لأن معظم هيكل الصاروخ يتكون من حجرة الاحتراق التي يجب أن تبنى بشكل يتحمل ويقاوم الضغط الهائل الذي يقع عليها نتيجة لاحتراق الوقود.

٢- صعوبة إيقاف الصاروخ بعد تشغيله إلا بعد أن يستهلك جميع الوقود.

٣- وجوب إخراج حبيبات الوقود المحترقة لخفض الضغط في حجرة الاحتراق.

٤- يؤدي وجود الشوائب في حبيبات الوقود إلى انفجارات أثناء الاحتراق، التي يمكن أن تزيد من سرعة احتراق الوقود بشكل كاف لزيادة ضغط الانطلاق إلا أنها قد تؤدي إلى فصل حجرة الاحتراق عن الصاروخ وتسقط قبل إكمال المهمة.



● وقود صلب.

● الوقود السائل

يتكون الوقود السائل من خليط من الوقود والمؤكسد كل منهما على شكل سائل. تحمل الصواريخ كل من الوقود والمؤكسد في خزان مستقل. تنقل شبكة من الأنابيب والصمامات والمضخات عنصري الوقود إلى حجرة الاحتراق، ولزيادة كفاءة الوقود فإنه يجب أن يمر كل من الوقود والمؤكسد حول محيط حجرة الاحتراق قبل مزجهما، وذلك لتبريد حجرة الاحتراق وتسخين عنصري الوقود لتهيئتهما للاشتعال.

اقترح معظم منظري صناعة الصواريخ السابقين: الأكسجين السائل والهيدروجين كوقود دفع للصواريخ، ويعد العالم **روبرت جودارد** هو أول من استخدم الصواريخ ذات الوقود السائل، - في ١٦ مارس ١٩٢٦م - حيث استخدم الجازولين والأكسجين السائل. أما الهيدروجين السائل فقد استخدم لأول مرة بواسطة شركة لوكهيد كوقود للطائرات في منتصف الخمسينات من القرن الماضي.

وجد أن أعلى قوة دفع للوقود في محرك الصواريخ - اختبرت حتى الآن - هي القوة الناتجة عن احتراق الوقود المكون من الليثيوم والفلور مع إضافة الهيدروجين لتحسين عوادم الحركية الحرارية (Thermodynamics exhaust).

* أنواع الوقود السائل:

وتصنف وفقاً لوكالة الفضاء الأمريكية، وفي صواريخ الإطلاق التجارية إلى مايلي:-



● خزانات وقود سائل.

١ـ الوقود النفطي: وهو عبارة عن خليط من المواد الهيدروكربونية المعقدة (مركبات عضوية تتكون فقط من الكربون والهيدروجين) يستخرج من النفط الخام. حيث يستخدم ـ عادة ـ نوع من الكيروسين عالي النقاوة يعرف في الولايات المتحدة بـ (RP-1) مع الأكسجين السائل كمؤكسد.

صدرت مواصفات هذا النوع من الوقود لأول مرة في الولايات المتحدة عام ١٩٥٧م عندما دعت الحاجة إلى وجود وقود صواريخ نفطي نظيف، ويعد هذا الخليط من الوقود الدافع الأكثر فعالية لأجهزة الإطلاق للأغراض المدنية، ومع هذه المواصفات الجديدة فإن آلات حرق الكيروسين لا زالت تنتج مخلفات تؤدي إلى التقليل من العمر الافتراضي للآلة.

تم استخدام هذا النوع من الوقود الدافع في الصواريخ التي تحمل محطات استقبال وإرسال الموجات الإذاعية الروسية والصينية إلى المدارات القريبة، وكذلك في المرحلة الأولى من الصاروخ ساتيرن، و ساتيرن ـ١ب ٥ . وتشبه هذه الصواريخ ـ إلى حد كبير ـ الصاروخ الأول **لروبرت جودارد**. كما استخدم في المرحلة الأولى لصواريخ أطلس ودلتا ـ٢ لإطلاق المركبات.

من سلبيات وقود الكيروسين أنه يعطي كمية دفع نوعي أقل من الوقود المنخفض الحرارة (Cryogenic)، ولكنه في معظم الأحوال أحسن من الوقود تلقائي الاشتعال (Hypergolic).

٢ـ وقود منخفض درجة الحرارة: وهو عبارة عن غاز مسال يحفظ تحت درجة حرارة منخفضة جداً، ويتكون عادة من هيدروجين مسال كوقود، وأكسجين مسال كمؤكسد. يحفظ الهيدروجين عند درجة حرارة –٢٣٥ْم، أما الأكسجين فيحفظ عند درجة حرارة –١٨٣ْم.

يمثل انخفاض درجة حرارة هذا النوع من وقود الدفع الصاروخي صعوبة في تخزينها لفترة طويلة، ولهذا السبب فإنها قليلة الاستخدام في الصواريخ العسكرية؛ لأن الصواريخ العسكرية يجب أن تبقى لعدة شهور جاهزة للإطلاق. كما أن من عيوبه كثافته المنخفضة، مما يجعله يحتاج إلى حيز تخزين أكبر بعدة أضعاف من حجم الحيز اللازم لأنواع الوقود الأخرى. وبالرغم من هذه المعوقات والسلبيات إلا أن كفاءة الأكسجين المسال والهيدروجين المسال كوقود للصواريخ تجعل من الممكن التغاضي عن تلك المعوقات، خصوصاً إذا كان وقت التفاعل (Reaction time) وقابلية التخزين ليست ضرورية. كما أن الوقود السائل يعطي دفعاً نوعياً يزيد عن أنواع الوقود الأخرى بنسبة تتراوح ما بين ٣٠ إلى ٤٠٪.

يستخدم الأكسجين السائل والهيدروجين السائل كوقود في المحركات الرئيسية ذات الكفاءة العالية لمكوك الفضاء، كما تم استخدامها في المراحل العليا من صواريخ ساتيرن–٥ وساتيرن ١ب، وسنتور، وفي مكوك الفضاء، وفي المراحل العليا من صواريخ السنتور (Centaur)، وفي الصاروخ الأحدث من طراز دلتا–٤ (Delta-IV)، وفي معظم المراحل للصاروخ الأوربي من طراز أريان (Ariane).

اقترحت وكالة الفضاء الأمريكية في الرحلات المستقبلية إلى كوكب المريخ استخدام



● صاروخ أريان.

الميثان المسال عند درجة حرارة –١٦٢ْم كوقود لأنه يمكن تصنيعه جزئياً من ثاني أكسيد الكربون المتوفر في جو المريخ.

من جانب آخر تم تطوير آلات احتراق تستخدم الفلور المسال (عند درجة حرارة –١٨٨ْم). ومع أن الفلور سام بدرجة شديدة إلا أنه مؤكسد فعال بدرجة عالية ـ يتفاعل بشدة مع كل شيء ما عدا النيتروجين والغازات النبيلة الخفيفة والمواد المفلورة ـ وأداؤه عال جداً، كما يمكن خلطه مع الأكسجين لتحسين أداء محركات حرق الأكسجين السائل، ولذا يطلق عليه الأكسجين السائل الفلوريني (FLOX). ويعد الفلور خياراً جيداً لرحلات الفضاء البعيدة في المستقبل.

٣ـ الوقود تلقائي الاشتعال (Hypergolic): ويتكون من الوقود والمؤكسد اللذين يشتعلان تلقائياً بمجرد تلامسهما مع بعضهما البعض. وقد جعلت إمكانية إشعال وإيقاف الإشعال لهذا النوع من الوقود مثالياً لسفن الفضاء. ونظراً لأن الوقود تلقائي الاشتعال يبقى في حالته السائلة عند درجات الحرارة الاعتيادية، فإنه لا يحتاج إلى ظروف تخزين معينة، كما هو الحال في الوقود منخفض درجات الحرارة. إلا أن من عيوبه سميته الشديدة، ولذلك يجب الحذر الشديد عند تداوله.

يشمل الوقود تلقائي الاشتعال كلا من:ـ

ـ الهيدرازين: ويتمتع بكفاءة عالية كوقود للصواريخ، ولكن له درجة تجمد عالية وغير مستقر للاستعمال كمبرد.

ـ أحادي ميثيل الهيدرازين: ويعد أكثر ثباتية ويعطي أداءً أفضل حينما لا تكون درجة التجمد ذات اعتبار، كما أنه يستخدم كوقود دفع نفثي في سفن الفضاء.

ـ ثنائي ميثيل الهيدرازين غير المتماثل: ويتميز بأنه الأقل في نقطة التجمد وثباتية حرارية تمكنه من الاستخدام في عدد كبير من محركات التبريد التجديدية. ونتيجة لذلك يستخدم ثنائي ميثيل الهيدرازين غير المتماثل في إطلاق المقذوفات بالرغم من أنه الأقل كفاءة من بين مشتقات الهيدرازين. كما يستخدم بشكل عام في الوقود المخلوط (Blended fuels)، مثل الآيروزاين المكون من ٥٠٪ من ثنائي ميثيل الهيدرازين غير المتماثل و٥٠٪ من الهيدرازين، والذي يتميز بثباتية تماثل ثباتية ثنائي ميثيل الهيدرازين غير المتماثل وأداء أفضل.

يتكون المؤكسد للوقود تلقائي الاشتعال بأنواعه المذكورة ـ عادة ـ من رباعي أكسيد النيتروجين أو حمض النيتريك، حيث يتميز رباعي أكسيد النيتروجين بأنه أقل تآكلاً من الحمض وأفضل أداءً منه، ولكنه يتمتع بنقطة تجمد عالية، ولذلك يفضل رباعي أكسيد النتروجين كمؤكسد حينما تكون نقطة التجمد ليست ذات تأثير.

يستخدم رباعي أكسيد النيتروجين والهيدرازين في الأغراض العسكرية، وفي صواريخ المدارات البعيدة، حيث إن كلاً من السائلين يمكن تخزينهما لفترة طويلة وعند درجة حرارة وضغط مناسبين، وبما أن هذا الخليط ذاتي الاشتعال فإنه يسهل تسلسل عملية الاشتعال، ولكن من أهم الأشياء غير المرغوبة في هذا النوع من الوقود سميتها العالية، مما يجعل تداولها يتطلب عناية فائقة وحذر شديد. ومن الجدير بالذكر أن الهيدرازين يمكن أن يتفكك بشكل فعال إلى نيتروجين وهيدروجين مكوناً وقود دفع أحادي جيد.

استخدمت الصواريخ من عائلة تيتان التي تقوم بإطلاق المركبات الفضائية، والطور الثاني من صواريخ دلتا-٢ وقوداً دافعاً مكوناً من رباعي أكسيد النيتروجين والآيروزاين ٥٠ . أما رباعي أكسيد النيتروجين مع أحادي ميثيل الهيدرازين فقد استخدما في أنظمة المناورة المدارية (Orbital maneuvering system) ونظام السيطرة على ردة الفعل للمكوك الفضائي.

٤ـ أنواع أخرى: ومنها نوعين فقط تستحق الذكر، هما:ـ

١ـ **الكحول**: وقد استخدم كوقود خلال السنوات الأولى من تصنيع الصواريخ، حيث استخدم الصاروخ الحربي الألماني (V-2)، والصاروخ الأمريكي (Redstone): الأكسجين السائل وكحول الإيثانول مع تخفيفهما بالماء لخفض درجة حرارة حجرة الاحتراق، ولكن مع اكتشاف أنواع الوقود الجديدة أصبح الكحول خارج دائرة الاستخدام.

٢ـ **بيروكسيد الهيدروجين**: وقد اكتسب عناية واهتمام خاص كمؤكسد، ولذا استخدم في صواريخ السهم الأسود البريطانية. يطلق على بيروكسيد الهيدروجين اسم: "البيروكسيد عالي المعيار" (High test peroxide-HTP) إذا كانت نسبة تركيزه عالية، وهو يتكسر في وجود المحفز إلى أكسجين وبخار ماء عالي الحرارة.

تقترب كثافة وأداء (HTP) من كثافة وأداء حمض النيتريك، إلا أنها إلى حد بعيد أقل منها في السمية والتآكل. ومع أن بيروكسيد الهيدروجين يتصف بنقطة تجمد متدنية وغير مستقر ـ إضافة إلى أنه لم يستخدم كمؤكسد مع وقود دافع مزدوج ـ إلا أنه يستخدم بشكل واسع مع الوقود الدافع الأحادي.

٭ مميزات الوقود السائل، ومنها ما يلي:

١ـ يتميز بدفع نوعي(Specific Impulse) أفضل من صواريخ الوقود الصلب، كما أنه قابل للإيقاف وإعادة التشغيل بعكس صواريخ الوقود الصلب التي لا يمكن إيقافها بعد بدء التشغيل.

٢ـ يتميز بكسر كتلي(Mass Fraction) عالي؛ ولهذا فإن معظم الصواريخ المرسلة إلى المدارات الخارجية وجميع الصواريخ عابرات القارات من الجيل الأول والثاني: تستخدم الوقود السائل.

٣ـ وجود العديد من المؤكسدات السائلة ذات الكفاءة العالية: (الأكسجين السائل، أو رباعي أكسيد النيتروجين، أو بيروكسيد الهيدروجين) والتي تتميز بأنها أفضل من حيث قوة الدفع النوعي من بيركلورات النشادر عندما يضاف كل منها إلى كميات مقارنة من الوقود.

٤ـ قلة تكلفتها المادية مقارنة بوقود الدفع الصلب، ولكن تكلفة وقود الصواريخ بشكل عام سواءً الصلب أو السائل لا تشكل شيئاً بالنسبة لتكلفة الصاروخ نفسه.

٭ عيوب الوقود السائل: من أهم المشكلات التي تواجه استخدام وقود الدفع السائل للصواريخ هي:ـ

١ـ صعوبة تخزين وتداول المؤكسدات بسبب سميتها العالية، مثل حمض النيتريك، أو بسبب برودتها الشديدة مثل الأكسجين المسال، أو لكليهما مثل: الفلورين المسال. كما أن العديد من المؤكسدات الغريبة المقترحة مثل الأوزون المسال، وثلاثي فلوريد الكلور، وخماسي فلوريد الكلور يعاب عليها أنها غير مستقرة ونشطة وسامة.

٢ـ تتطلب صواريخ الوقود السائل أنظمة معقد ذات قدرة تحمل عالية، ولتكييف



● تعبئة سفينة الفضاء بالوقود تلقائي الاشتعال.

الضغط، والتمديدات وغرف الاحتراق؛ مما يزيد بشكل واضح من تكلفة الصواريخ. وتستخدم كثير من الصواريخ المضخات التوربينية والتي ترفع من التكلفة بشكل كبير.

٣ـ يجب أن تكون غرفة الاحتراق في صواريخ الوقود السائل: مقاومة لضغط وحرارة الاحتراق، كما يجب أن تجهز المركبات التي تستخدم العنفات التوربينية بخزانات للوقود السائل مصنوعة من مواد خفيفة.

٤ـ يعاب على الليثيوم والفلور المستخدمين في الوقود السائل أنهما باهظا الثمن ونادرا الوجود، إضافة إلى أنهما من مواد شديدة التآكل، كما أن الليثيوم قابل للاشتعال عند ملامسته للهواء. أما الفلور فهو قابل للاشتعال عند تلامسه مع معظم أنواع الوقود. بينما يكون الهيدروجين غير ذاتي الاشتعال ومتفجر خطر جداً.

كذلك يعد الفلور وفلوريد الهيدروجين مواد سامة جداً ملوثة للبيئة عن طريق عوادم الصواريخ مما يجعل المناطق المحيطة بمنصات إطلاق الصواريخ مناطق غير صالحة للعمل.

٥ـ تنطلق عن عوادم الصواريخ المستخدمة للوقود السائل مواد مؤينة قد تتداخل مع موجات الراديو فتؤدي إلى التشويش على الاتصال مع الصاروخ.

● الوقود الدافع الهجين

يتكون الوقود الدافع الهجين (Hybrid propellants) عادة من وقود صلب ومؤكسد سائل أو غازي. ومع أنها تجمع بين حالتين من حالات الوقود الصلب والسائل إلا أن محركات صواريخ الوقود الهجين تعد أقل تطوراً مقارنة بكثير من

مثيلاتها في صواريخ الوقود الصلب وصواريخ الوقود السائل، حيث تستخدم صواريخ الوقود الصلب في الأغراض العسكرية بسبب سهولة كل من تداولها وصيانتها. أما في حالة إطلاق الأقمار الاصطناعية إلى المدارات البعيدة فإن صواريخ الوقود السائل تكون هي الأفضل، وقد ازداد في الآونة الأخيرة العمل على تطوير محركات صواريخ الوقود الهجين لاستخدامها للحالات تحت المدارية (Suborbital) غير العسكرية.

※ **مميزات الوقود الهجين**، ومنها ما يلي:ـ

ـ يسمح المؤكسد السائل بعملية خنق أو إيقاف (Throttle) وإعادة تشغيل الصاروخ كما في حالة صواريخ الوقود السائل.

ـ تعد أنظف وأقل تلويثاً للبيئة من صواريخ الوقود السائل، لأن جميع مؤكسدات الطور الصلب ذات الأداء العالي تحتوي على الكلور.

※ **عيوب الوقود الهجين**، وأهمها ما يلي:ـ

ـ يشترك مع صواريخ الوقود الدفع الصلب في: أنه يجب أن يكون الغلاف المحيط بحجرة الاحتراق قوياً؛ بحيث يقاوم ضغط احتراق الوقود والحرارة العالية.

ـ يتم مزج الوقود الصلب مع الوقود السائل عند السطح المنصهر من الوقود الصلب أو السطح المتبخر من الوقود، ويعاب على هذه العملية أنه لا يمكن التحكم بها بشكل كامل، ولذا يتخلف بعض الوقود غير المحترق مما يقلل من كفاءته، وبالتالي يقلل من سرعة اندفاع نواتج الاحتراق، مما يؤثر على سرعة انطلاق الصاروخ.

● **الوقود النووي**

تعمل صواريخ الوقود النووي بواسطة مفاعل نووي ينتج الطاقة عن طريق انشطار الذرات فتحوِّل الوقود إلى غاز ساخن يتمدد بسرعة. ومع أن هذه الصواريخ تنتج طاقة تعادل ضعفي أو ثلاثة أضعاف الطاقة التي تنتجها صواريخ وقود الدفع الصلب أو السائل، إلا أن العلماء جادون في تطويرها بشكل أكبر لرحلات الفضاء.

تعمل صواريخ الوقود النووي بضخ الهيدروجين السائل إلى المفاعل من خلال الجدار المحيط بمحرك الصاروخ لتبريد الصاروخ، وكذلك لتسخين الهيدروجين السائل. ثم يمر الهيدروجين من خلال مئات القنوات الضيقة في المفاعل، فتعمل حرارة المفاعل على تحويله إلى غاز متمدد يخرج في الحال من فوهة العادم بسرعات قد تصل إلى ٣٥٠٠٠كم/ساعة.

كفاءة وقود الصواريخ

تعتمد كفاءة الوقود الدافع للصواريخ بجميع أنواعه وأشكاله على نسبة المزيج (Mixture ratio) بين المؤكسد والوقود، إذ كلما كان التفاعل بينهما تاماً دون أن يتبقى شيء من أي منهما دون احتراق كلما كان أكثر كفاءة.

تعتمد سرعة انطلاق غازات العادم النظرية لوقود دافع معين على كمية الطاقة المتحررة من وحدة كتلة الوقود، أي الطاقة النوعية (specific energy)، حيث يؤدي عدم احتراق الوقود بواسطة المؤكسد إلى تدني الطاقة النوعية للوقود.

تحول فوهة نفاث الوقود في الصاروخ الطاقة الحرارية للوقود الدافع مباشرة إلى طاقة حركية في وقت قصير لا يتجاوز واحد من مليون جزء من الثانية. خلال عملية التحويل هذه، يجب أن تنتقل الطاقة في جزيئات العادم بسرعة عالية من حالة الدوران والاهتزاز إلى طاقة إزاحة (Translation). تحتوي الجزيئات الكيميائية ذات العدد القليل من الذرات مثل الهيدروجين (H_2)، وأول أكسيد الكربون (CO)، على طاقة أقل من الجزيئات ذات العدد الأكثر من الذرات مثل الماء (H_2O)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، حيث تحول هذه الجزيئات الصغيرة كثيراً من طاقتها الدورانية والاهتزازية إلى طاقة إزاحة (Translation energy) أكثر من الجزيئات الكبيرة. و ينتج عن ذلك تحسن كبير في كفاءة فوهة النفاث تمكن محرك الصاروخ من تحسين سرعة العادم الحقيقية بإمرار مخاليط غنية لها سرعات نظرية متدنية (Theoretical Exhaust Velocities) إلى حد ما.

تنطلق صواريخ الهيدروكربونات والأكسجين السائل بقوة شديدة في البداية فقط؛ لأن الطاقة الناتجة عن وحدة الكتلة من الوقود تبدأ في التناقص بسرعة كلما انحرفت نسبة خليط الوقود عن المزيج القياسي. أما الصواريخ التي تعمل بمزيج الأكسجين السائل والهيدروجين السائل: فإنها تنطلق بقوة وتستمر في ذلك، لأن الهيدروجين خفيف، وبالتالي فإن الطاقة الناتجة عن حرق وحدة كتلة واحدة من الوقود الدافع تتناقص ببطء. وفي الحقيقة: فإن قوة انطلاق صواريخ الهيدروجين السائل والأكسجين السائل واستمراريتها تعتمد على كمية الهيدروجين الإضافية التي يحملها خزان الصاروخ وليس على كتلة الهيدروجين نفسه.

هناك سبب آخر للانطلاقة القوية للصاروخ، هو: أن المزيج غير القياسي (Off-stoichiometric) للخليط يحترق عند درجة حرارة أقل من المزيج القياسي (Stoichiometric) مما يسهل تبريد المحرك.

ونظراً لأن معظم المحركات تكون مصنوعة من الفلزات أو الكربون فإن العادم الحار الغني بالمؤكسد يكون ذو تأثير تآكلي شديد، بينما يكون العادم الغني بالوقود أقل من ناحية تأثيره التآكلي.

من الجدير بالذكر أن عوادم جميع المحركات في الصواريخ الأمريكية تكون غنية بالوقود بينما في الصواريخ الروسية تكون غنية بالمؤكسدات.

الأضرار الصحية

تنطلق الصواريخ مخلفة وراءها منتجات العادم الضارة بالبيئة التي تشتمل على نواتج الاحتراق بما فيها الوقود والمؤكسد غير المحترق، فقد أفادت دراسة نشرت في فترة سابقة أن الوقود غير المحترق الناتج عن الصواريخ التي يتم إطلاقها من قاعدة بايكونور كازاخستان ـ تستخدمها وكالة الفضاء الروسية، ووكالة الفضاء الأوربية، ووكالة الفضاء الأمريكية ـ يصيب الأطفال المقيمين بالقرب منها بأمراض خطيرة، إذ وجد أن الأطفال الذين يعيشون في مناطق ينتشر فوقها الوقود أثناء الإقلاع في سيبيريا يعانون من متاعب صحية خطيرة، مثل اضطرابات الغدد الصماء، وحدوث خلل في الدم تفوق المعدل الأقليمي.



يعد الوقود النووي أغنى أنواع الوقود بالطاقة، فالطاقة الحراريه المتولدة عن انشطار جرام واحد من الوقود الانشطاري أو القابل للانشطار تبلغ ٨٢ ألف مليون جول، وهذا يكافىء كمية الطاقة المتولدة عن ٢,٧٧ طن من الفحم الحجري الجيد ، كما تعادل الطاقة المتولدة عن تفجير عشرين طن من مادة (تي إن تي) شديدة الانفجار. ينبغي الإشارة إلى أن كفاءة تحويل تلك الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية ـ في الوقت الحالي ـ تبلغ ٣٣٪، بالنسبة لغالبية المفاعلات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية، وقد تصل إلى حوالي ٤٠٪ في قليل من هذه المفاعلات.

يتضح من ذلك أن جرام واحد من المواد الانشطارية أو القابلة للانشطار يولد طاقة كهربائية مقدارها ٢٧ ألف مليون جول. والتي تكفي لتشغيل مصباح كهربائي قدرته ٦٠ واط فترة تزيد على ١٤ سنة بشكل متواصل (أي ليلاً ونهاراً).

من جانب أخر تبلغ الطاقة المتولدة عن اندماج ذرات جرام واحد في خليط مكون من النظيرين الثاني (الديتريوم٢) والثالث (التريتيوم٣) للهيدروجين، بنسب وزنية مقدارها حوالي ٤٠ ٪ و٦٠ ٪ على التوالي ٣٢٩ ألف مليون جول، أي ما يزيد على أربعة أضعاف الطاقة المتولدة من انشطار جرام واحد من مادة انشطارية. ويعود السبب في ذلك إلى طبيعة القوى النووية الفائقة، التي تربط الذرات ببعضها البعض مقارنة بالقوى الكهربائية الواهية نسبياً.

أنواع الوقود النووي

يندرج الوقود النووي تحت نوعين رئيسيين هما، الوقود الانشطاري أو القابل للانشطار الذي يستخدم كمصدر للطاقة في التطبيقات العلمية والعسكرية، والوقود الاندماجي الذي لايستخدم إلا في الأغراض العسكرية التدميرية .

● الوقود الانشطاري

الوقود الانشطاري هو وقود مصنوع من المواد التي يطلق عليها اسم المواد الانشطارية، ومنها اليورانيوم ٢٣٥، والبلوتونيوم ٢٣٩، ومواد قابلة للانشطار مثل اليورانيوم ٢٣٨.

يطلق مصطلح المواد الانشطارية على النظائر التي تنشطر نواتها بفعل أي من النيوترونات الحرارية أو النيوترونات البطيئة، ويقصد بالنيوترونات الحرارية: تلك النيوترونات التي تبلغ طاقتها ٠,٠٢٥ إلكترون فولط، وتبلغ سرعتها حوالي ٢٠٠٠م/ث ، و تقابل سرعات الجسيمات النووية بتأثير الحركة الحرارية العشوائية، أما النيوترونات البطيئة فهي نيوترونات ذات طاقة أعلى نسبياً (حوالي واحد إلكترون فولت) ، وتبلغ سرعتها ١٠٠٠٠م/ث تقريباً.

أما المواد القابلة للانشطار فهي النظائر التي تنشطر نواتها بالنيترونات السريعة، ولايحدث ذلك إلا إذا زادت طاقة النيوترون الممتص على ١,٨ ميقا إلكترون فولط .

ينقسم الوقود الانشطاري إلى وقود طبيعي ووقود مصنع :

* **الوقود الطبيعي:** وهو عبارة عن اليورانيوم بنظائره الثلاث: يورانيوم ٢٣٨ و٢٣٥ و٢٣٤ (U238وU235وU234)، ويوجد في القشرة الأرضية بنسبة تركيز متوسطة، تبلغ حوالي ١,٨ جم لكل طن من التربة. وتتفاوت هذه النسبة تفاوتاً هائلاً من مكان لآخر. وفي الوقت الحالي، تعد الأماكن التي يتراوح فيها تركيز عنصر اليورانيوم في التربة بين ٠,٠٣ ٪ ٠,٥ ٪ مناجم ملائمة لاستخراج اليورانيوم، مع اختلاف تكاليف استخلاص الكيلوجرام الواحد من هذه المناجم تفاوتاً كبيراً وفقاً للتركيز. وتوجد معادن اليورانيوم في القشرة الأرضية، بصورة أساسية، في صورة ثاني أكسيد اليورانيوم(UO_2) ، وفي أحيان نادرة جداً في صورة أكسيد ثلاثي اليورانيوم ثماني الأكسجين (U_3O_8). كذلك توجد كميات من اليورانيوم في مياه البحار، بتركيز ٠,٠٠٣ جزء في المليون، بينما يبلغ هذا التركيز في الطين الموجود في قيعان البحار حوالي١ جزء في المليون. ومن واقع هذه التراكيز تقدر كمية اليورانيوم الطبيعي الموجودة في مياه البحار والمحيطات بحوالي ٤٠٠٠ مليون طن. وفي الوقت الحالي يستخدم أكسيد

التيتانيوم الهيدروجيني (HTO) لامتصاص اليورانيوم من ماء البحر، ثم يستخدم بعد ذلك محلول كربونات الأمونيوم $(NH_4CO_3·H_2O)$ لفصل اليورانيوم.

تبلغ نسب النظائر الثلاثة في اليورانيوم الطبيعي حوالي ٩٩,٢٧٥٪ لليورانيوم٢٣٨، وحوالي ٠,٧٢٪ لليورانيوم٢٣٥، وحوالي ٠,٠٠٥٪ لليورانيوم٢٣٤، وتعني هذه النسب أن اليورانيوم٢٣٥ يوجد في الطبيعة مختلطاً باليورانيوم٢٣٨، بواقع ٧,٢ كجم من اليورانيوم٢٣٥ لكل طن من اليورانيوم الطبيعي المستخرج من أي مصدر من مصادره الطبيعية (الأرض أو الماء).

ولايستخدم الخليط الطبيعي لعنصر اليورانيوم كمصدر للطاقة النووية إلا في عدد قليل من مفاعلات القدرة النووية، كما لايستخدم هذا الخليط للأغرض العسكرية سوى في الطور الثالث من الرؤوس النووية ثلاثية الطور.

أما الوقود المستخدم لتوليد الطاقة في غالبية مفاعلات القدرة النووية، فهو وقود من اليورانيوم الطبيعي سالف الذكر، مثرًّى بمادة انشطارية كاليورانيوم٢٣٥ أو البلوتونيوم٢٣٩، حيث تتراوح نسبة الإثراء، بأي من هذين النظيرين الانشطاريين، بين ٢٪ و١٥٪ من الوزن الإجمالي لعنصر اليورانيوم في لب المفاعل، تبعاً لنوع المفاعل.

وتعود الحاجة إلى إثراء الوقود بالمادة الانشطارية إلى أن ما يعرف بالمقطع العرضي لانشطار اليورانيوم٢٣٥ أو البلوتونيوم٢٣٩ بالنيوترونات الحرارية الذي يزيد بمئات المرات عن المقطع العرضي لانشطار اليورانيوم ٢٣٨. ويقصد بالمقطع العرضي للانشطار احتمال حدوث الانشطار عند سقوط نيوترون واحد على هدف مساحته ١ سم^2 يتضمن ذرة واحدة انشطارية أو قابلة للانشطار. ويبين جدول (١)، قيم بعض المقاطع العرضية للانشطار أو للامتصاص (دون انشطار) بوحدة بارن (تساوي ١×١٠$^{-٢٤}$سم٢)، كما بين الجدول متوسط عدد النيوترونات المتولدة عن انشطار واحد لبعض النظائر الانشطارية والقابلة للانشطار.

البيـــان	يوروانيوم ٢٣٥	بلوتونيوم٢٣٩	يورانيوم٢٣٨
مقطع عرضي للانشطار	٥٨٥	٧٣٠	–
مقطع عرضي للامتصاص	١٠٨	٣٠٣	٢,٨
عدد نيوترونات الانشطار	٢,٤٥	٢,٨٥	–

● جدول (١) قيم المقاطع العرضية لانشطار بعض النظائر.

يتم الحصول على اليورانيوم٢٣٥ اللازم للإثراء بفصله عن اليورانيوم الطبيعي باستخدام عدد من الطرق الفيزيائية المعقدة والطويلة والمكلفة، نظراً لاستحالة فصله بالطرق الكيميائية، مثل: طريقة الانتشار الغازي، وطريقة الطرد المركزي، وطريقة الدوامات، وطريقة الفصل باستخدام مصادر ليزر خاصة، وطريقة التوازن الطوري القائمة على الاختلافات الطفيفة في درجة التطاير بين مركب سادس فلوريد اليورانيوم للنظيرين.

وتجدر الإشارة إلى أن أفضل طرق الفصل في الوقت الحاضر غير قادرة على فصل كامل كمية اليورانيوم٢٣٥ من الخليط الطبيعي لهذا العنصر، وإنما يمكن فصل ما لا يزيد على حوالي ٤,٥ كجم من اليورانيوم ٢٣٥ من كل طن من عنصر اليورانيوم الطبيعي، ويسمى اليورانيوم المتبقي عن الفصل باليورانيوم المستنفد (المنضب) الذي لا يحتوي الطن منه إلا على حوالي ٣ كجم من اليورانيوم٢٣٥ .

وهكذا، يتضح أن كل طن من وقود المفاعلات النووية الذي تبلغ فيه نسبة الإثراء ٣٪ يتضمن ٣٠ كجم من اليورانيوم٢٣٥، ونسبة إلى أن كل طن من اليورانيوم الطبيعي يحوي ٧,٢ كجم من اليورانيوم ٢٣٥ فإنه يلزم إضافة ٢٢,٨ كجم يورانيوم٢٣٥ . تؤخذ من كمية تتراوح بين حوالي ٥ ـ ٧ طن من اليورانيوم الطبيعي، تبعاً لطريقة الإثراء المستخدمة، فتصبح هذه الكمية الأخيرة يورانيوم مستنفد (منضب).

أما في الوقود النووي المستخدم في صناعة الأسلحة النووية الانشطارية أحادية الطور، فإنه يستخدم وقود غني الإثراء، تصل فيه نسبة اليورانيوم٢٣٥ أو البلوتونيوم٢٣٩ إلى حوالي ٩٠٪ من إجمالي عنصر اليورانيوم، وذلك لخفض مقدار الكتلة الحرجة اللازمة للتفجير الذاتي للسلاح، ولزيادة كفاءة استغلال الطاقة في التفجير.

* **الوقود المصنع:** ويتمثل في تحويل اليورانيوم وفق عدة تفاعلات من خلال المفاعلات النوويه الى البلوتونيوم ٢٣٩ والذي يتميز بأن المقطع العرضي لانشطاره (أي احتمال انشطاره) بالنيوتونات الحرارية يزيد بحوالي ٢٤٪ عن مثيله اليورانيوم٢٣٥، ولذلك يمكن استخدام وقود مثرى بالبلوتونيوم٢٣٩ بنسبة إثراء أقل لإنتاج نفس الطاقة، كما يمكِّن هذا الأمر من خفض مقدار الكتلة الحرجة للطور الانشطاري من السلاح النووي.

يمكن الحصول على البلوتونيوم٢٣٩، كمنتج جانبي داخل المفاعلات النووية عن طريق اقتراب نيوترون حراري أو بطيء أو حتى نيوترون بطاقة بينية (أي بطاقة أعلى من طاقة النيوترونات البطيئة ولكنها أقل من حد الطاقة اللازمة للانشطار، وهو حوالي ١,٨ م إ ف) من نواة ذرة اليورانيوم٢٣٨ـ الذي لاينشطر بالنيوترونات الحرارية البطيئة ـ فإنه قد يمتص هذا النيوترون في هذه النواة، فتتحول إلى نواة اليورانيوم ٢٣٩ التي تتفكك تلقائياً لنشاطها الإشعاعي، بعمر نصفي يبلغ ٢٣,٥دقيقة من خلال تفكك بيتا (β)، لتتحول إلى نواة النبتونيوم٢٣٩ بعمر نصفي ٢,٣٥ يوماً، والتي يتكون منها البلوتونيوم٢٣٩ (العنصر رقم ٩٤ في الجدول الدوري للعناصر). من خلال تفكك بيتا، وبذلك ينتج البلوتونيوم٢٣٩

اصطناعياً، بصورة تلقائية داخل المفاعل النووي، ويمكن وصف ذلك كالآتي:

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{239}_{92}U$$

$$^{239}_{92}U \longrightarrow ^{239}_{93}Np + \beta$$

$$^{239}_{93}NP \longrightarrow ^{239}_{94}Pu + \beta$$

وتجدر الإشارة، إلى أن معدل إنتاج البلوتونيوم داخل المفاعل النووي يختلف، تبعاً لنوع هذا المفاعل، ولأسلوب تهدئة النيوترونات داخله (أي تحويلها من نيوترونات سريعة إلى نيوترونات حرارية وبطيئة)، وكذلك تبعاً للتشكيل الهندسي للب المفاعل، وغيرها.

● الوقود الاندماجي

تتكون أهم أنواع الوقود النووي الاندماجي من نظائر العناصر الخفيفة، مثل نظائر الديتيريوم٢ ($^{2}_{1}H$)، والتريتيوم٣ ($^{3}_{1}H$)، والليثيوم٦ ($^{6}_{3}Li$)، والليثيوم٧ ($^{7}_{3}Li$) حيث إن نظير الديتيريوم(D) هو نظير مستقر للهيدروجين (لا يتفكك إشعاعياً)، وهو موجود في الطبيعة في المادة المعروفة باسم الماء الثقيل، الذي يتكون الجزيء الواحد منه من ذرتي ديتيريوم٢ (بدلاً من ذرتي هيدروجين١ وذرة أكسجين١٦). ويوجد الديتيريوم٢ في الطبيعة في المياه بما فيها مياه البحار والمحيطات بنسبة تبلغ حوالي ٠,٠١٤٨٪ بالنسبة لنظير الهيدروجين ($^{1}_{1}H$). بذلك يمكن القول: إن كل طن من المياه الموجودة على سطح الأرض يتضمن حوالي ٣٢ جراماً من نظير الديتيريوم٢، لذلك تقدر احتياطات هذا النظير في المياه على سطح الأرض بحوالي ٤٥-٥٠ ترليون (أي مليون مليون) طن، وهي الكمية التي يكفي استغلال ١٠٪ منها لإمداد العالم كله بالطاقة اللازمة لعشرات الملايين من السنين، عند النجاح في استغلال الطاقة الاندماجية.

أما التريتيوم ($^{3}_{1}H$) فهو نظير آخر للهيدروجين، وهو نظير مشع، بعمر نصفي يبلغ ١٢,٣٥ سنة، ويتفكك تلقائياً إلى الهيليوم ($^{3}_{2}He$) الخامل والمستقر إشعاعيا مع إصدار جسيمات بيتا (β) منخفضة الطاقة. ويعد نظير التريتيوم شديد الندرة في الطبيعة، حيث لا يتجاوز مخزونه في المياه على سطح الكرة الأرضية عن ٢٠ كجم، وبذلك يستحيل استخلاص أى كمية ضئيلة منه في المياه. ومع ذلك فإنه يسهل تحضير كميات كبيرة منه، عن طريق قذف عنصر الليثيوم الذي يتضمن نظيري الليثيوم٦ والليثيوم٧ بالنيوترونات. حيث يؤدى قذف نواة الليثوم٦ بنيوترون، إلى تكوّن ذرة هليوم٤، وذرة تريتيوم٣، وفقاً للتفاعل النووي التالي:

$$^{6}_{3}Li + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{3}_{1}H$$

كما أنه عند قذف نظير الليثيوم٧، بالنيوترون، فإنه قد تحدث استطارة (أي تشتت) غير مرنة للنيوترون، مع منح جزء من طاقته لنواة الليثيوم٧، التي سرعان ما تتفكك إلى ذرة هليوم٤ وذرة تريتيوم، وفقا لتفاعل التشتت غير المرن التالي:

$$^{7}_{3}Li + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{3}_{1}H + ^{1}_{0}n$$

ويمثل هذين التفاعلين أحد المصادر المهمة للتريتيوم المستخدم في التفجيرات النووية الاندماجية (المعروفة بالقنابل الهيدروجينية).

ويوجد عنصر الليثيوم بنظيريه ضمن مكونات الهواء الجوي بنسبة تركيز محدودة، كما يوجد في الماء بنسبة تركيز تبلغ حوالي ٠,١٨ جرام في المتر المكعب، بذلك يزيد مخزون الليثيوم على الأرض عن مخزون بعض أنواع الوقود الأحفوري كالنفط. وتبلغ نسبة وفرة نظير الليثيوم٦ في الليثيوم الطبيعي حوالي ٧,٥ ٪، بينما تبلغ هذه النسبة لنظير الليثيوم ٧ حوالي ٩٢,٥ ٪. وتجدر الإشارة، إلى أنه يسهل فصل نظيري الليثيوم عن بعضهما بالعديد من الطرق الفيزيائية لوجود فرق محسوس في كتلتيهما (يزيد على ١٦,٦ ٪) الأمر الذي لايتحقق عند فصل نظيري اليورانيوم٢٣٥، ٢٣٨، والتي لا يتجاوز فرق الكتلة بينهما ١,٢٧ ٪ .



توليد الطاقة النووية

تتولد الطاقة النووية أساساً من خلال تفاعل الانشطار النووي لبعض النوى الانشطارية أو القابلة للانشطار (وهي نظائر ثقيلة)، أو من خلال تفاعل الاندماج النووي لبعض النظائر الخفيفة، مثل نظائر الهيدروجين. عموما لايحدث الانشطار النووي إلا إذا كان مجموع كتل الذرات الداخلة في التفاعل الانشطاري أعلى من مجموع كتل جميع نواتج الانشطار. ويحدث هذا الأمر عند انشطار النظائر الثقيلة، الانشطارية أو القابلة للانشطار، حيث يتحول فرق مجموعي الكتل الداخلة في التفاعل الانشطاري والناتجة عنه إلى طاقة (وفقا لعلاقة أينشتين لتكافؤ الكتلة(m) والطاقة (E)، وذلك بضرب فرق مجموعي الكتل الداخلة والخارجة في مربع سرعة الضوء، التي تساوي حوالي ٣٠٠ مليون متر/ثانية). كذلك فإنه عند اندماج نوى الذرات الخفيفة مثل نوى نظائر الهيدروجين تكون الكتلة الناتجة عن الاندماج أقل من كتلتي النواتين المندمجتين، وبالتالي يتحول فرق الكتلة إلى طاقة وفقاً لعلاقة التكافؤ السابقة. وهناك طرق أخرى لتوليد كميات ضئيلة جداً من الطاقة الكهربائية من المصادر المشعة، وليس نتيجة الانشطار أو الاندماج، لاستخدامها

لتغذية بعض الأجهزة المعمرة بالجهد الكهربائي، كأجهزة تنظيم ضربات القلب التي تغرس في مرضى القلب، أو مصادر التغذية بالكهرباء لبعض الأجهزة الصغيرة في الأماكن النائية المعزولة عن مصادر الكهرباء.

• طاقة الانشطار

يتحرر عند انشطار نواة واحدة من نوى المواد الانشطارية أو القابلة للانشطار طاقة تتراوح بين حوالي ١٩٠ – ٢١٠ ميغا إلكترون فولط تبعاً لنوع الشظيتين النواتين المتكونتين عن الانشطار). تنتج نواة اليورانيوم٢٣٦ بمجرد امتصاص نواة اليورانيوم٢٣٥ للنيوترون الحراري، ثم تنشطر (ذرتين)، متوسطتي الكتلة، وعدداً (ν) من النيوترونات السريعة، وكمية من الطاقة الحركية مقدارها (Q) لنواتج الانشطار من شظايا ونيوترونات، وذلك وفقاً للتفاعل التالي:

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{93}U \longrightarrow {}^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{A1}_{z1}F + {}^{A2}_{z2}F + \nu\, {}^{1}_{0}n + Q$$

وتختلف شظايا الانشطار وعدد النيوترونات الناتجة من انشطار لآخر، حيث تنحصر نواتج الانشطار بين نظائر الخارصين (Zn)، والجادولينيوم (Gd). فعلى سبيل المثال، يمكن أن ينتج عن الانشطار نظيري السترونشيوم٩٤ والزينون١٤٠ ونيوترونين، وفقاً لتفاعل الانشطار التالي:

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\, {}^{1}_{0}n + Q$$

وبسبب أن ناتجي الانشطار دائماً نشطين إشعاعياً نتيجة لزيادة نسبة النيوترونات، فإنهما تتفككان أكثر من تفكك متتابع مصدرين جسيمات بيتا في كل مرة، وفي أحيان قد تُصدر النظائر الوليدة المتكونة إشعاعات جاما (γ) عقب تفكك بيتا. من ذلك: تفكك نظير الاسترونشيوم٩٤ باعثاً جسيم بيتا ونيوترينو مضاد إلى الإيتريوم٩٤ المشع، الذي تفكك بدوره باعثاً جسيم بيتا آخر ونيوترينو مضاد (غير مبين على التفاعل)، ومكوناً الزركونيوم٩٤ المستقر، وفقا لسلسلة التفكك المتتابع التالية:

$${}^{94}_{38}Sr \longrightarrow \beta^{-} + {}^{94}_{39}Y \longrightarrow \beta^{-} + {}^{94}_{40}Zr$$

كذلك يتفكك الزينون١٤٠ إلى السيزيوم١٤٠، الذي يتفكك بدوره إلى الباريوم١٤٠، ومنه إلى اللانثانيوم١٤٠، مع إصدار جسيم بيتا ونيوترينو مضاد في كل مرة، وكذلك إصدار بعض فوتونات جاما، ثم يتفكك هذا الأخير إلى السلينيوم١٤٠ المستقر، وفقاً لسلسلة التفككات المتتابعة التالية:

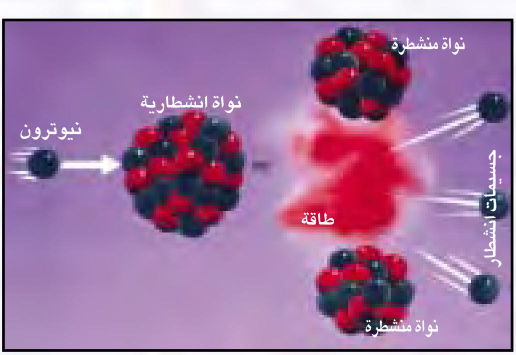
$${}^{94}_{54}Xe \longrightarrow \beta^{-} + {}^{140}_{55}Cs \longrightarrow \beta^{-} + {}^{140}_{56}Ba \longrightarrow \beta^{-} + {}^{140}_{57}La + {}^{140}_{58}Ce$$

وفي جميع التفككات ، تنطلق جسيمات بيتا (β) بطاقات حركية متفاوتة كما تحمل فوتونات جاما (γ) كميات أخرى من الطاقة.

تتوزع الطاقة المتولدة عن انشطار ذرة واحدة (أي الـ ٢٠٠ م إ ف في المتوسط)، وفقا لما يلي:

- شظيتا الانشطار (١٦٧م أ ف).
- نيوترونات الانشطار(٦–٧ م أ ف).
- إشعاعات جاما المنطلقة لحظة الانشطار(٥–٦ م أ ف).
- إشعاعات جاما المنبعثة نتيجة تفككات بيتا(٥م أ ف).
- جسيمات بيتا الناتجة عن التفكك المتتابع لشظيتي الانشطار(٥م أ ف).
- جسيمات النيوترنيو المضادة (١١ م أ ف).

وتتحول الغالبية العظمى من الطاقة الحركية للنواتج المذكورة إلى طاقة حرارية داخل لب المفاعل ومجمع الوقود الحرج. وفي معظم مفاعلات القدرة النووية تعتبر كمية الطاقة المتحولة إلى طاقة حرارية في لب المفاعل عن انشطار ذرة انشطارية واحدة مساوية لحوالي ١٩٠ (م إ ف)، وهي تكافئ ٣,٠٤×١٠-١١ جول (بوحدات الطاقة في النظام المعياري العالمي). لذلك، فإنه للحصول على قدرة حرارية تعادل ١واط من مفاعل نووي، فإنه يجب أن يحدث فيه عدد من الانشطارات في الثانية الواحدة يساوي مقلوب المقدار السابق، أي يساوي ٣,٢٩×١٠^١٠ انشطار في الثانية الواحدة.



• نمط التفكك الانشطاري.

• طاقة الاندماج

تتعدد تفاعلات الاندماج التي يتميز كل منها بإطلاق كميات عالية متفاوتة من الطاقة إلا أنها رغم ذلك غير عملية ، إما لندرة مواردها في الطبيعة أو لصعوبة الاندماج النووي بسبب التنافر الكهربائي الشديد بين نواتي نظيري الاندماج لكبر شحنة إحدى النواتين، ومن أشهر هذه التفاعلات تفاعلاً الاندماج بين ذرتين من الديوتيريون (D) :

$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{1}_{1}H + 4.0\ (MeV)$$

$${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 3.3\ (MeV)$$

وتفاعل الاندماج بين ذرة الديوتيريوم (D). وذرة التريتيوم(T)، وذلك وفق التفاعل التالي:

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + 17.6\ (MeV)$$

ويتضح أن التفاعل الاندماجي الأخير يعطي أكبر مردود للطاقة (١٧,٦ م إ ف) للاندماج الواحد. لذلك تركز مشاريع تطوير وإنتاج مفاعلات الاندماج النووي، حالياً على هذا التفاعل، الذي يتميز بإمكانية حدوثه عند درجات حرارة منخفضة، نظراً لصغر قوة التنافر بين نواتي الاندماج، إلا أنه مما يؤسف له أن الوقود الاندماجي لايستخدم في الوقت الحالي إلا للتدمير، لتصنيع القنابل الهيدروجينية والقنابل ثلاثية الطور، أما الاستخدام السلمي لهذا الوقود كمصدر للطاقة، فمازالت تعترضه العقبات التقنية، التي تتمثل أساساً في عدم السيطرة على معدل حدوث الاندماج الحراري، وانطلاق الطاقة دفعة واحدة، ولايتوقع استغلال هذه الطاقة سلمياً قبل عام ٢٠٢٠–٢٠٣٠م وبذلك اقتصر استخدام

هذا الوقود حتى الآن على تصنيع الأسلحة النووية الاندماجية.

المفاعلات النووية

تم خلال العقود الخمسة الماضية تطوير وتشغيل نوعيات متعددة من مفاعلات القدرة الكهربائية، تختلف من حيث نوع الوقود المستخدم (كاليورانيوم الطبيعي أو المثرى بدرجات متفاوتة من الإثراء). ويمكن تصنيف مفاعلات القدرة على أساس نوع المبرد المستخدم (كالماء الخفيف أي العادي أو الغاز مثل ثاني أكسيد الكربون أو الهليوم أو فلز الصوديوم المصهور)، أو على أساس نوع المهدئ (مثل الماء الخفيف أو الثقيل أو الجرافيت أو حتى بدون مهدئ مثل المفاعلات الولودة السريعة)، حيث بلغ عدد المفاعلات الذرية في العالم حتى نهاية عام ٢٠٠٢م مايزيد عن ١٠٦٠٠ مفاعل.

● مفاعلات الماء الخفيف

تعتبر مفاعلات الماء الخفيف (Light Water Reactors-LWR) التي تبرد وتهدأ بالماء الخفيف الأكثر والأوسع انتشاراً، فهي تساهم بإنتاج أكثر من ٨٦٪ من الكهرباء من خلال المفاعلات النووية في العالم، وذلك باستخدام وقود من اليورانيوم الطبيعي المثري باليورانيوم ٢٣٥، والبلوتونيوم ٢٣٩، بنسبة تركيز تبلغ حوالي ٣٪، حيث تكون المادة الانشطارية هي مصدر الطاقة في هذه المفاعلات، في حين لاتسهم المادة القابلة للانشطار بأي نسبة محسوسة من الطاقة المتولدة، وقد تم تطوير أنواع عديدة من هذه المفاعلات تتراوح قدرتها مابين ٤٠٠ الى ١٥٠٠٠ ميقاواط.



● منظر من داخل مفاعل الماء الخفيف.

● مفاعلات الماء الثقيل

يتميز هذا النوع من المفاعلات بإمكانية استخدام وقود اليورانيوم الطبيعي أو ضعيف الإثراء باليورانيوم٢٣٥، مثل مفاعلات الكاندو (CANDU)، واستخدام الماء الثقيل كمهدئ، والماء الخفيف كمبرد. وقد تم تطوير أنواع متعددة من هذه المفاعلات في كندا بقدرات تتراوح ما بين ٦٥٠ ميغاواط حتى ٩٠٠ ميغاواط كهرباء لتعمل بوقود ضعيف الإثراء بدلا من اليورانيوم الطبيعي، وتبرد بالماء الخفيف بدلا من الماء الثقيل. وتتميز هذه المفاعلات الجديدة بإمكانية إعادة استخدام اليورانيوم ضعيف الإثراء الذي استهلك في مفاعلات الماء الخفيف ولم يعد صالحاً للاستخدام فيها، الأمر الذي يوفر نوعا من التآزر بين مفاعلات الماء الخفيف، ومفاعلات الماء الثقيل، والذي يمثل دعماً لدورة إعادة معالجة الوقود النووي، وإعادة تدوير البلوتونيوم٢٣٩ الناتج، إضافة إلى الدورات القائمة على تحويل الثوريوم٢٣٢ لليورانيوم ٢٣٣ الانشطاري.

● المفاعلات المبردة بالغاز

المفاعلات المبردة بالغاز هي مفاعلات يستخدم فيها اليورانيوم الطبيعي كوقود والجرافيت كمهديء واستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون كمبرد، حيث يغلف الوقود المكون من ثاني اكسيد اليورانيوم بغلاف رقيق من سبيكة المغنيسيوم. وقد تم تطوير هذه المفاعلات لزيادة المردود الحراري لوحدة الحجم من لب المفاعل، تبلغ كفاءة هذه المفاعلات في تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة كهربائية حوالي ٣٩٪.

● المفاعلات المبردة بالماء الخفيف والمهدأة بالجرافيت

انتشر تصميم المفاعلات المبردة بالماء الخفيف والمهدأة بالجرافيت تحت الاسم الروسي المعروف (RBMK)، ذات القدرة ١٠٠٠ ميغاواط. ويتم احتواء وقود هذه المفاعلات في أنابيب كبيرة نسبياً، وتبرد بالماء العادي المعروف بالخفيف الذي يسري في الأنابيب تحت ضغط مرتفع، ومحاطة بكتل من الجرافيت التي تعمل كمهدئ.



● مفاعل ماء ثقيل (CANDU).

● المفاعلات الولودة السريعة

تقوم جميع المفاعلات السابقة على مبدأ استخدام النيوترونات الحرارية لشطر ذرات اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم٢٣٩ بعد تهدئة النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطارات النووية باستخدام مواد التهدئة الخفيفة المتنوعة، مثل الماء الخفيف أو الثقيل، أو الجرافيت. وهنا ينبغي الإشارة إلى أن قدرة النيوترونات الحرارية أو البطيئة على تحويل المادة القابلة للانشطار مثل اليورانيوم ٢٣٨ إلى مادة انشطارية وهي البلوتونيوم ٢٣٩، هي قدرة محدودة للغاية. أما المفاعل الولود السريع فهو مفاعل يعمل بالنيوترونات السريعة المتولدة عن الانشطارات النووية دون تهدئة، حيث لا تستخدم فيه أي مادة مهدئة للنيوترونات السريعة، وبذلك يتم تحاشي تهدئة النيوترونات أو خفض سرعاتها. وتتميز النيوترونات السريعة بمقطع عرضي (أي باحتمالية) أكبر على التفاعل مع المادة القابلة للانشطار. وهي اليورانيوم ٢٣٨، وتكوين اليورانيوم ٢٣٩، الذي سرعان ما يتحول إلى البلوتونيوم ٢٣٩ الانشطاري. وبذلك يمكن توليد كميات أكثر من المادة الانشطارية لزيادة معدل تكونها في هذه المفاعلات،

مقارنة بالكميات المستهلكة. ويعود السبب في تسمية هذه المفاعلات بالولودة السريعة (Fast breeder reactors-FBR) إلى أن كمية مادة البلوتونيوم الانشطارية المتولدة فيها تزيد على كمية المادة المستهلكة، فضلا عن استخدام النيوترونات السريعة. وتجدر الإشارة إلى أن كفاءة تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في المفاعلات الولودة السريعة تبلغ ٤٠ ٪، الأمر الذي يزكيها على غيرها من المفاعلات النووية.

ومن التصاميم القديمة للمفاعلات الولودة السريعة التي نفذت بالفعل، هو مفاعلات الفلز المنصهر (Fusible Material Reactors) الذي يستخدم فلز الصوديوم كمبرد. وتعمل الآن في العالم ٧ مفاعلات من هذا النوع، أكبرها قدرة هو المفاعل الفرنسي (Super Phinex)، بقدرة ١٢٠٠ ميغاواط كهرباء، ويوجد مفاعل آخر عامل بقدرة ٦٠٠ ميغاواط حرارة من الطراز (BN-600) في روسيا.

● مفاعلات الاندماج النووي

تقوم مفاعلات الاندماج النووي على تسخين خليط من نظائر الهيدروجين أو الليثوم عند درجة حرارة كبيرة تصل إلى حوالي ٨٠-٩٠مليون درجة مئوية (أعلى من الدرجة الداخلية للشمس) للوصول بمواد الخليط إلى الحالة الرابعة (البلازما)، والتي تعرف بأنها الحالة التي تكون عندها جميع ذرات المادة متأينة (أي يكون الإلكترون منفصلاً عن النواة)، وبالتالي الحصول على اندماج نووي متواصل. ويجب احتواء البلازما بعيداً عن جدران الوعاء حتى لاتفقد طاقتها نتيجة التصادمات، فيتوقف التفاعل الاندماجي خلال أجزاء صغيرة من الثانية ، ويكون ذلك بعدة طرق مثل: طريقة الجاذبية كما يحدث في النجوم، وطريقة القارورة المغناطيسية المعروفة باسم "توكوماك"، وطريقة القصور الذاتي وغيرها. ويرى العلماء أن أنجح الطرق العملية لاحتواء البلازما حالياً (بعيداً عن جاذبية النجوم) هي القارورة المغناطيسية التي تطبق فيها مجالات مغناطيسية خارجية شديدة لاحتواء البلازما الساخنة وعزلها عن جدران الوعاء الحاوي.

ولازالت هناك محاولات لتطوير مفاعلات لاحتواء البلازما، وإنتاج مفاعل اندماج نووي لتوليد الطاقة.

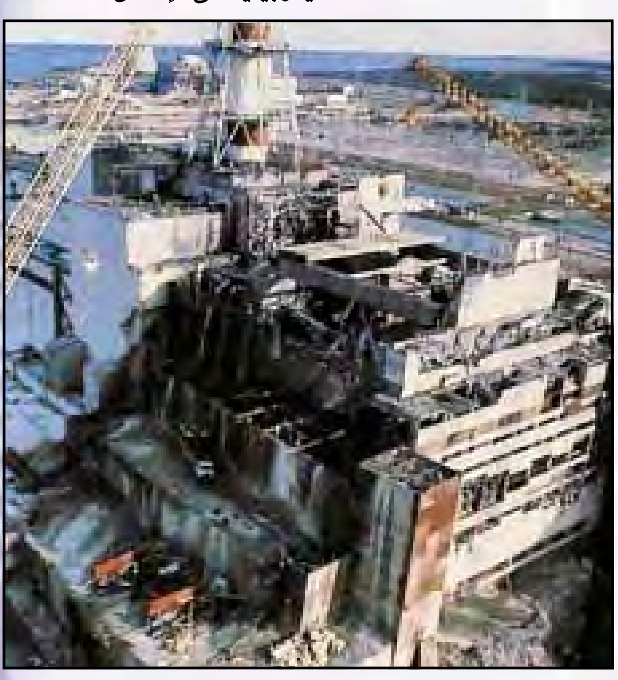
أما في مجال التدمير فقد استخدمت الطاقة الاندماجية منذ عام ١٩٥٣م، في القنابل ثنائية الطور المعروفة "بالقنابل الهيدروجينية"، أما في التفجيرات النووية الاندماجية فتستخدم قنبلة مصنوعة من مادة انشطارية لرفع درجة حرارة المواد الاندماجية التي تحيط بالمادة الانشطارية عادة، للدرجة اللازمة لإحداث الاندماج بين مكوناته.

التأثيرات البيئية

يصاحب دورات الوقود، بدءاً من الاستخراج ومروراً بالمعالجة والاستخدام، وانتهاءً بالتخلص من النفايات المتخلفة عن كامل الدورة، سلسلة من التأثيرات البيئية والصحية. وتصنف هذه التأثيرات إلى تأثيرات مباشرة وأخرى غير مباشرة. وتبرز التأثيرات المباشرة نتيجة التعرض لإطلاقات المواد الضارة بصفة مستمرة عن التشغيل الروتيني المستمر، أو عن الحوادث الطارئة، مما يحدث تغيرات في البيئة، قد تؤدي إلى فقدان سلامة البيئة، بصفة عامة، أو إلى تغيير نمط الأنظمة الإكولوجية، أو إلى فقدان حياة بعض الكائنات، خاصة الدقيقة. أما التأثيرات غير المباشرة: فقد لا يكون لها تأثير مباشر على البيئة أو على صحة البشر، وقد لا تظهر نتائجها بشكل فوري، ولكنها تستحدث تأثيرات على البيئة والصحة في المستقبل. ومن أمثلة التأثيرات غير المباشرة على البيئة والصحة: زيادة تسخين الأرض بفعل الغازات المحتبسة، وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي قد يؤدي إلى أضرار بشرية كثيرة وإلى انخفاض إنتاج الغذاء، وإلى إحداث تغير في توزع الأمراض. ومن التأثيرات غير المباشرة، كذلك، سقوط الأمطار الحمضية التي قد تؤدي إلى إحداث تحريك للفلزات، بما فيها فلزات العناصر الثقيلة إلى السلسلة الغذائية ومياه الشرب.

ومع ذلك فإن مخاطر دورة الوقود النووي الانشطاري والقابل للانشطار تعد عند الحد الأدنى في سلسلة المخاطر الصحية والبيئية، سواء المباشرة أو غير المباشرة، بالمقارنة بمصادر الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز). فبعد تشغيل دورة الوقود النووي ، وتشغيل مفاعلات القوى بما يزيد على ١٠٠٠٠ مفاعل/سنة، حيث لم تسفر دورة الوقود النووي عن تأثيرات صحية أو بيئية يعتد بها، إلا بما وقع في حادث تشرنوبل في أبريل عام ١٩٨٦م، الذي تعود أسبابه إلى أخطاء فادحة ارتكبها المشغلون، مخالفين لقواعد التشغيل الآمن، فضلاً عن أحد خصائص المفاعل الذي وقع فيه الحادث، وهي المفاعلية الموجبة عند القدرات المنخفضة.

أما بالنسبة للطاقة النووية الاندماجية، فإنه على الرغم من أن التوقعات تؤكد عدم إمكانية استغلال هذه الطاقة سلميا قبل عام ٢٠٢٠ حتى ٢٠٣٠م، إلا أن جميع تقييم التأثيرات الصحية والبيئية لدورتها الكاملة تؤكد بأنها ستكون من أنظف مصادر الطاقة صحياً وبيئياً على الإطلاق .



● إحدى كوارث انفجار تشيرنوبل .



تعالت النداءات وعقدت المؤتمرات والندوات وأبرمت الاتفاقيات في نهاية القرن الماضي حول مؤثرات المناخ، والتدهور البيئي، وارتفاع درجة حرارة الأرض، بل وفُرضت الضرائب البيئية على الوقود، مما يدل على تفاقم المشكلة البيئية، فانبرى العلماء بحثاً عن طاقات متجددة بديلة لاتلوث البيئة.

يحتل الوقود الأحفوري الناضب الصدارة في تلويث البيئة ، نظراً لاتساع رقعة استخدامه وما ينتج عن احتراقه من غازات ضارة ملوثة للبيئة كغازي أول وثاني أكسيد الكربون (CO, CO_2) والتي لها نصيب الأسد في ارتفاع درجة حرارة الأرض (Global Warming)، التي من شأنها رفع منسوب مياه البحار والمحيطات نظراً لذوبان أقطاب الجليد ، وبالتالي غرق مساحات واسعة من الكرة الأرضية جراء ما سيحدثه ذلك الذوبان من فيضانات عارمة تعم الكرة الأرضية.

تم اقتراح بدائل عديدة للوقود الأحفوري ـ عدو البيئة كما يحلو للبعض تسميته ـ والتي يمكن لها أن توفر الطاقة اللازمة لحياة الإنسان مثل الطاقة الشمسية، والخلايا الهيدروجينية، والطاقة الكهربائية والرياح وغيرها كثير، إلا أن هذه البدائل ما زال بعضها قيد الدراسة والاختبار، والبعض الآخر غالي الثمن مقارنة بالطاقة الأحفورية، مما يمثل حجر عثرة أمام استخدامها في الوقت الراهن. ويعد الديزل الحيوي (Biodiesel) من البدائل المقترحة لأنه وقود نظيف ينتج من مصادر متجددة ، إضافة إلى وفرة اللقيم المستخدم في إنتاجه ليكون بديلاً للوقود الأحفوري.

تعود بدايات إنتاج الديزل الحيوي إلى عام ١٨٩٥م عندما طور **رود لف ديزل (Rudolf) Diesel** ـ سمي وقود الديزل باسمه تقديراً لجهوده في إنتاج محرك وقود الديزل ـ محركاً يعمل بزيت الفول السوداني تم عرضه في المعرض الدولي عام ١٩٠٠م في باريس، إلا أن الموت داهم **ديزل** عام ١٩١٣م قبل أن يرى اختراعه ذلك النور.

إنتاج الديزل الحيوي

يتم إنتاج الديزل الحيوي (Biodiesel Production) عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية المحفزة تحول زيوت الطعام (Vegetable Oils) الجديدة (الطازجة) أو المستخدمة في الطهي المنزلي، على حد سواء ـ مثل زيت الصويا ـ أو الشحوم الحيوانية (Animal Fats) ، أو عظام وأمعاء الحيوانات كالبقر والدجاج، وقوداً يمكن خلطه مع الديزل النفطي بنسب مختلفة لموائمته مع المحركات الموجودة في السوق، أو استخدامه مباشرة في محركات خاصة لتشغيل السيارات، والمولدات، والدراجات البخارية، وأي آلة تعمل بالاحتراق الداخلي.

يتم إنتاج الديزل الحيوي ـ يعرف كيميائياً بأحادي ألكيل استرات الحمض الدهني ـ بواسطة التفاعل الكيميائي المحفز بين الكحول من جهة والزيوت النباتية أو الشحوم الحيوانية من جهة أخرى في وجود عامل محفز. حيث يتم مزج الزيت النباتي أو الشحم الحيواني مع الكحول في وجود هيدروكسيد الصوديوم كمحفز وذلك وفقاً للمعادلة التالية:

$$\begin{array}{l} CH_2COOR' \\ | \\ CH\,COOR'' + 3\,ROH \longrightarrow \\ | \\ CH_2COOR''' \end{array} \quad \begin{array}{l} CH_2OH + R'COOR \\ | \\ CH\,OH + R''COOR \\ | \\ CH_2OH + R'''COOR \end{array}$$

زيت أو شحم — كحول — جلسرين — ديزل حيوي

تتميز التفاعلات المحفزة لإنتاج الديزل الحيوي بما يلي:

ـ انخفاض درجة الحرارة والضغط اللازمين لإجراء التفاعل.

ـ ارتفاع نسبة معدل التحول – حوالي ٩٨٪ – مقابل تفاعلات جانبية قليلة جداً في وقت قصير.

ـ تحول الزيت مباشرة إلى الديزل الحيوي دون المرور بمركبات وسيطة.

ـ عدم تكّون شوائب أثناء التفاعل.

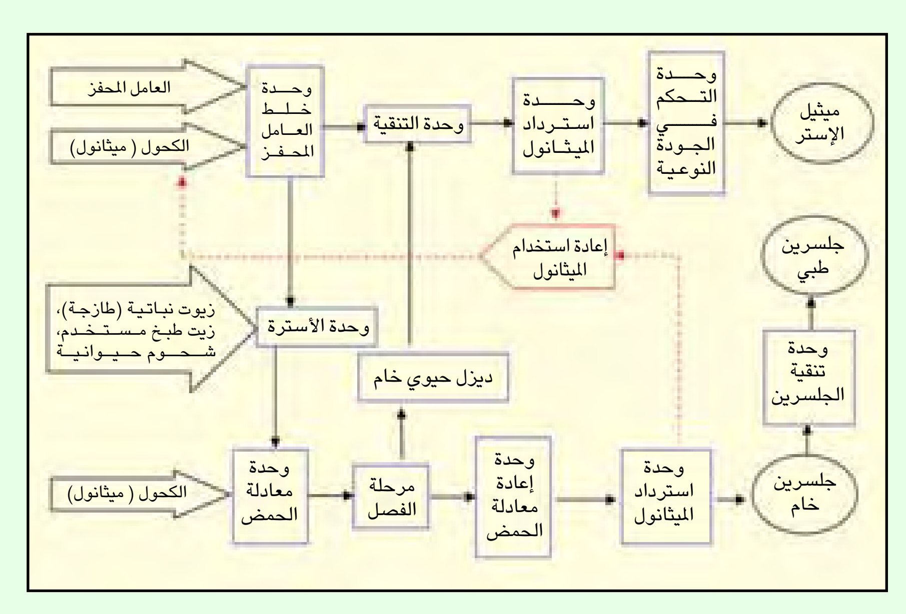
يعرف الديزل الحيوي المنتج من زيت الصويا بديزل الصويا (Soy diesel) أو صويات الميثيل (Methyl Soyate) وأحياناً يطلق عليه صويا ميثيل الإستر (Soy Methyl Esters - SME) .

كما يمكن إنتاج الديزل الحيوي من زيت الذرة، وزيت السمك ، وزيت جوز الهند، وغيرها من الزيوت النباتية، أو من الشحوم العائمة على سطح الفضلات أو النفايات الناتجة من محطات معالجة المياه.

● خطوات الإنتاج

تتضمن خطوات إنتاج الديزل الحيوي، شكل (١)، ما يلي:

٭ **خلط الكحول مع العامل المحفز** : وفيها يتم إذابة العامل المحفز (هيدروكسيد الصوديوم " NaOH الصودا الكاوية " أو هيدروكسيد البوتاسيوم "KOH البوتاس") في الكحول (غالباً الميثانول (CH_3OH)، وأحياناً الإيثانول (CH_3CH_2OH).



● شكل (١) عملية إنتاج الديزل الحيوي.

* **التفاعل الكيميائي**: ويتم بإضافة الزيت النباتي أو الشحم الحيواني إلى محلول الكحول والعامل المحفز في وعاء مغلق ، عند الضغط الجوي ودرجة حرارة غليان الكحول المستخدم ـ تتراوح مابين ٦٤,٦ْم " بالنسبة للميثانول" و ٧٨,٣ْم " للإيثانول ـ لتفادي تطايره ، ثم يترك المزيج لمدة تتراوح مابين ساعة إلى ٨ ساعات، مع التأكد على: زيادة كمية الكحول المستخدم في التفاعل لضمان التحول التام للشحوم الحيوانية أو الزيوت النباتية إلى إستر (Esters) وضرورة المراقبة المستمرة لكمية الماء والحمض الدهني المتكون في وعاء التفاعل لتفادي أي مشاكل قد تحدث أثناء تكون الصابون الذي يعيق عمليات فصل الجلسرين ـ المنتج الثانوي ـ من عملية إنتاج الديزل الحيوي.

* **الفصل** : ويتم بترك وعاء التفاعل دون تحريك لفترة من الزمن حتى تنفصل طبقتي الجلسرين والديزل الحيوي عن بعضهما بفعل الجاذبية الأرضية ، حيث تعلو طبقة الجلسرين طبقة الديزل الحيوي؛ لأنها أقل كثافة ، كما يمكن تسريع عملية الفصل باستخدام جهاز الطرد المركزي .

يدخل كل من الجلسرين والديزل الحيوي (ميثيل الإستر) المفصولين عن بعضهما البعض إلى وحدات تنقية لإنتاج الجلسرين الطبي والديزل الحيوي النقي على التوالي.

* **إزالة الكحول الفائض من الجلسرين** : وتتم بالتبخير الومضي (Flash Evaporation Process) ، أو بالتقطير (Distillation) لإعادة استخدامه مرة أخرى . كما أن بعض أنظمة الإنتاج تتم فيها معادلة المخلوط قبل فصل المنتجين عن بعضهما البعض شريطة التأكد من خلوه من الماء المتراكم أثناء التفاعل قبل إعادة استخدامه.

* **معادلة الجلسرين:** وتتم بإزالة المحفز غير المستخدم وبعض الصابون والملح . علماً بأن إزالة (نزع) الكحول والماء ينتج جلسريناً خاماً تتراوح نقاوته مابين ٨٠–٨٨٪، وفي بعض عمليات الإنتاج المتطورة يتم تقطير الجلسرين لتصل نقاوته إلى ٩٩٪ أو تزيد ليباع في سوق الأدوية والصيدلانيات ومستحضرات التجميل.

* **غسل الديزل الحيوي:** ويتم بواسطة ماء دافئ ، لإزالة ما قد علق به من العامل المحفز أو الصابون الناتج الثانوي، ثم يجفف ، و أخيراً يرسل للتخزين. لا تعد هذه الخطوة ـ أحياناً ـ مهمة ، حيث يتم الحصول على سائل رائق يميل إلى الصفرة له لزوجة قريبة من لزوجة الديزل النفطي، كما قد يقطر الديزل الناتج لإزالة العوالق اللونية للحصول على ديزل حيوي عديم اللون يمكن تسويقه تجارياً بمزجه مع الديزل النفطي بنسبة تصل إلى ٢٠٪ للاستخدام كوقود في محركات الديزل التقليدية ، أو استخدامه كوقود بنسبة ١٠٠٪ في محركات الديزل المطورة .

استخدامات الديزل الحيوي

يمتاز الديزل الحيوي ـ ألكيل الإستر (Alkyl Ester) ـ بأن له صفات احتراق جيدة، جدول (١). ويمكن استخدام الديزل الحيوي كمذيب ، كما يدخل في تصنيع الكيميائيات الثانوية الوسيطة لإنتاج المنظفات ، إضافة إلى استخدامه كوقود لمحركات الاحتراق الذاتي، وذلك كما يلي :

● وقود ديزل حيوي نقي

يمكن استخدام الديزل الحيوي نقياً ـ كوقود ـ فيما يعرف بالديزل الحيوي النقي أو (B100) للوصول إلى وقود نظيف صديق للبيئة ، حيث يؤدي إلى خفض المنبعثات الغازية من عادم المحرك مثل الهيدروكربونات غير مكتملة الاحتراق ، وأول أكسيد الكربون. إضافة إلى ذلك فإن الديزل الحيوي غير سام، وقابل للتحلل الحيوي ، مما يعني أهمية استخدامه في وسائل النقل البحري لندرة تلويثه للبيئة المائية وقلة مشاكله التشغيلية ، إلا إن ما يعيبه إحداثه للتآكل في خزانات الوقود

الصفة	القيمة
الكثافة النوعية	٠,٨٩ – ٠,٨٧
اللزوجة الحركية عند (٤٠°م)	[illegible]
رقم السيتان	٧٠ – ٤٦
القيمة الحرارية العليا (سعر/كجم)	٣٩٩٤٣ – ٣٧٣٣٩
القيمة الحرارية الدنيا (سعر/كجم)	[illegible]
النسبة الوزنية للكبريت (٪)	[illegible]
درجة التعكر (°م)	١٦ – ١١
درجة الانسياب (°م)	١٣ – ١٥-
رقم اليود	١٣٥ – ٦٠

● جدول (١) الصفات الفيزيائية للديزل الحيوي.



وتفسخ دهاناتها ووصلاتها المطاطية ، بل والقدرة على تآكل خرسانة تلك الخزانات .

● وقود الديزل الحيوي المخلوط

يمكن مزج وقود الديزل الأحفوري بديزل حيوي بنسبة تتراوح من ٢٠-٥٠ ٪ ديزل حيوي ، حيث تؤدي عملية المزج إلى تقليل تكلفة استخدام الديزل النفطي (الأحفوري) ، كما أن نسبة المنبعثات الغازية من عوادم المحرك تتناسب مع نسبه الديزل الحيوي إلى نسبة وقود الديزل الأحفوري ، إلا إن مشاكل الذوبانية تقل كلما ارتفعت نسبة الوقود الحيوي في مزيج الوقود المستخدم.

● تحسين التزليق

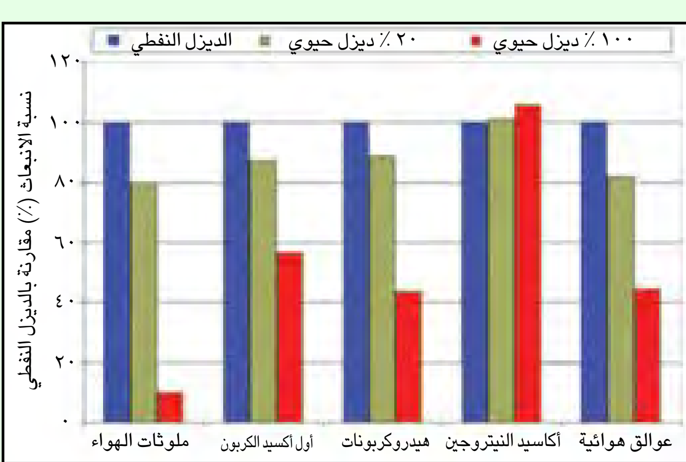
يستخدم الديزل الحيوي كمادة مضافة بنسبة تتراوح من ١-٢ ٪ (B02) ، حيث أظهرت اختبارات التزليق (التزييت) قدرة الديزل الحيوي على تحسين خاصية التزليق للمحرك حتى عند أقل نسبة ممكنة لاستخدامه في حدود حوالي ٢٥ ,٠ ٪ .

يمكن ملاحظة الأثر الإيجابي للديزل الحيوي على حركة أجزاء المحرك علماً بأن مانسبته ١-٢ ٪ من الديزل الحيوي كافية لتحويل الوقود شديد اللزوجة بطيء الحركة إلى وقود ذي قدرة انزلاقية معتدلة ، إضافة إلى أن هذه النسبة ليس لها أثر ملحوظ على رقم السيتان (Cetane Numder) لوقود الديزل أو أي أثر سلبي على المنبعثات الغازية المتصاعدة من عادم المحرك.

مميزات الديزل الحيوي

يعد الديزل الحيوي أكثر نظافة من الديزل النفطي (الأحفوري) حيث يحتوي في تركيبه الكيميائي على عدد أقل من ذرات الكربون وعدم احتوائه على مركبات عطرية، مما يعني أنه ينتج عوادم كربونية أقل، علاوة على احتوائه على نسبة أقل من ١٥٪ من الكبريت. كذلك يمتاز الديزل الحيوي بأن الغازات المنبعثة عند احتراقه - باستثناء أكاسيد النيتروجين - أقل من غازات احتراق الديزل النفطي، حيث تقل تلك الغازات كلما زادت نسبته في الوقود، شكل (٢). فضلاً عن ذلك فإنه أعلى لزوجة من الديزل النفطي، وبالتالي يحافظ على المحرك ويزيد من عمره الافتراضي.

إضافة لذلك يمتاز الديزل الحيوي بارتفاع كفاءة الاحتراق (رقم السيتان وغيرها)، جدول(٢). كما أنه أكثر أماناً من الديزل التقليدي (النفطي)، حيث يحترق عند درجة حرارة تبلغ ١٦٧مْ مقارنة باحتراق الديزل النفطي الذي يحترق عند درجة حرارة تبلغ ٧٠مْ.



● شكل (٢) المنبعثات الغازية من محرك الديزل الملوثة للهواء الجوي .

مصدر الزيت النباتي	حرارة الاحتراق (ميغا جول / كجم)	رقم السيتان
ميثيل زيت الصويا	٣٩,٨	٤٦,٢
إيثيل زيت الصويا	٤٠,٠	٤٨,٢
بيوتيل زيت الصويا	٤٠,٧	٥١,٧
ميثيل زيت زهرة الصويا	٣٩,٨	٤٧,٠
ميثيل زيت الفول	-	٥٤,٥
ميثيل زيت الفول السوداني	٤٠,١	-
ميثيل زيت بذرة	٤١,٤	-
الديزل	٤٥,٣	٤٧,٥

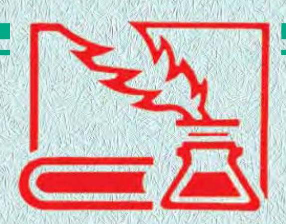
● جدول (٢) صفات الإحتراق لأنواع مختلفة من الديزل الحيوي.

إلا أن ما يعاب على الديزل الحيوي احتوائه على النيتروجين، وبالتالي ارتفاع نسبة توليده لأكاسيد النيتروجين التي تتسبب في زيادة ثقب الأوزون ، فضلاً عن أن احتراقه يبعث رائحة مثل رائحة البطاطس المقلي أو الفشار.

على الرغم من تميز الديزل الحيوي مقارنة بالديزل النفطي بقابليته على التجدد، وعدم سميته وملائمته مع اشتراطات السلامة وحماية البيئة الدولية، وقدرته على التحلل الحيوي بيئياً عند ما يستخدم بنسبة ١٠٠ ٪ (B100) ، إلا أنه لا يمكن أن يحل محل الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة، نظراً لارتفاع كلفته الإنتاجية ، وذلك لمحدودية مصادره الأولية مقارنة بالنفط.

الإنتاج والاستهلاك

بلغ إنتاج الديزل الحيوي خلال السنوات الماضية حوالي ٣٠ بليون لتر / سنة، تم استهلاكها في وسائل النقل المختلفة. أما في الولايات المتحدة فقد بلغ إنتاجها منه عام ٢٠٠٦م حوالي ١,٥ بليون لتر، وهي كمية أقل من الطلب المتوقع الذي يقدر بحوالي ٢,٩ بليون لتر سنوياً اعتباراً من عام ٢٠٠٧م. ويتوقع زيادة الطلب على الديزل الحيوي في الأسواق الجديدة كالصين والهند والبرازيل، إذ سيتراوح استهلاك تلك الأسواق بزيادة ١٢٪ إلى ٢٠٪ سنوياً عن الإنتاج العالمي لعام ٢٠٠٧م حتى عام ٢٠٢٠م.



كتب صدرت حديثا

أسماء الأشياء والعلم والتقنية الإعجاز العلمى العظيم

صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م، وهو من تأليف **أ.د. ظافر بن علي القرني** أستاذ الهندسة المساحية ونظم المعلومات الجعرافيه بجامعة الملك سعود. تبلغ عدد صفحات الكتاب ٢١٦ صفحة من القطع المتوسط، ويتناول موضوعه في خمسة فصول، حيث يناقش الفصل الأول " العلم وعقبته الكؤود" من خلال: مدخل إلى العلم، علوم وتقنيات مختارة، العقبة الكؤود فى العلم. أما الفصل الثانى فيتناول موضوع اللغة فى الجاهلية، وفى العصر النبوي، وفى العصر الأموى، وفى العصر العباسي، والتحولات الكبرى فى مسار الكلمة. يتناول الفصل الثالث "الاسم" فى الجاهلية والعصر النبوى والعصر الأموى والعصر العباسي والتحولات الكبرى في الإسم، بينما يتناول الفصلان الرابع والخامس "أسس العلم ،ومنهجة" و" الخلاصة" على التوالى.

مخاطر المواد الكيميائية في المختبرات

صدرت الطبعة الثانية من هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م وهو من تأليف الدكتور/ **محمد شفيق الكناني**.

يتضمن الكتاب ٥٥٩ صفحة من القطع المتوسط ، ويتناول مخاطر المواد الكيميائية في المختبرات ، وقد تضمنت المواد الكيميائية على أسمائها باللغتين العربية والإنجليزية وهويتها (الصيغة التركيبية والجزئية والوزن الجزيئي والأرقام الدولية وتصنيفها الكيميائي ودرجة الخطورة) ، والتسميات العلمية والتجارية لها وخواصها الفيزيائية ومخاطرها المحتملة (المخاطر الصحية والتأثيرات السمية) وأعراضها ، والإشتعال والإنفجار وتفاعلاتها الخطرة، وتراكيزحد الخطورة لها ، واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة في حالة الطوارىء (الطرق الوقائية عند الإنسكاب أو التسرب ، والتدابير الوقائية عند اندلاع الحريق والحماية الشخصية والإسعافات الأولية)، كما وتضمن الكتاب فهرسين بأسماء المواد الكيميائية العلمية والتجارية باللغتين العربية والإنجليزية .



أساسيات علم الديناميكا

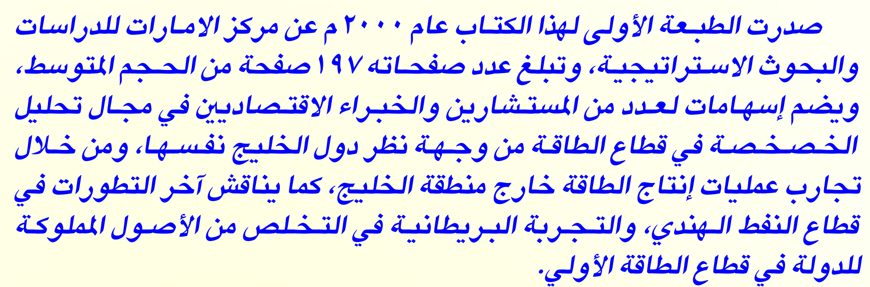
صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٧هـ ٢٠٠٦م ، عن مكتبة الرشد بالمملكة العربية السعودية ، وهو من تأليف **د. عادل طه يونس**.

تبلغ عدد صفحات هذا الكتاب ٢٧٩ صفحة من القطع المتوسط، ويتناول موضوعه من خلال أربعة أبواب . يتناول الباب الأول علم الكينماتيكا (الحركة المجردة) ، بينما تتناول الأبواب من الثاني إلى الرابع: علم الكينتيكا (قوانين الحركة)، والديناميكا المستوية للجسيمات ، وديناميكا الجسم المتماسك (الجاسئ) على التوالي.

عرض كتاب

«خصخصة قطاع الطاقة في دول الخليج العربية»

عرض: محمد بن سعد الدوسري


صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام ٢٠٠٠ م عن مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، وتبلغ عدد صفحاته ١٩٧ صفحة من الحجم المتوسط، ويضم إسهامات لعدد من المستشارين والخبراء الاقتصاديين في مجال تحليل الخصخصة في قطاع الطاقة من وجهة نظر دول الخليج نفسها، ومن خلال تجارب عمليات إنتاج الطاقة خارج منطقة الخليج، كما يناقش آخر التطورات في قطاع النفط الهندي، والتجربة البريطانية في التخلص من الأصول المملوكة للدولة في قطاع الطاقة الأولي.



يتكون الكتاب من مقدمة وثمانية فصول، حيث تضمنت المقدمة نظرة عامة لخصخصة الطاقة، ولفكرة الخصخصة ومدى الحاجة إليها في ظل العولمة وعلاقتها بقطاع الطاقة. ثم تطرق الكتاب إلى خصخصة المرافق معرفاً المرافق بأنها أنشطة تواجه عموماً طلباً متوقعاً على ناتجها، وتشمل الاستثمارات الضخمة ذات المردود البطيء الطويل الأمد، وفي العادة إنخفاضاً متوقعاً في القيمة.

يستعرض **شريف غالب** في **الفصل الأول** من الكتاب أسواق المال ورأس المال، متناولاً مجال الخصخصة ودور صناعة الطاقة في دول الخليج ووضع أسواق رأس المال في تلك الدول. مبيناً أن التقديرات تشير إلى أن الإنفاق على مشروعات الطاقة الكبرى على مدى السنوات الثلاث إلى الخمس المقبلة سوف يصل إلى نحو ٨٠ مليار دولار، منها ٣٤ مليار للنفط والغاز، و ١٨ مليار البتروكيمائيات، ومالايقل عن ١٣ مليار دولار للطاقة الكهربائية، وبذلك يمكن أن يراوح حجم التكاليف المبدئية لما سوف تنفقه دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية الست، على مدى السنوات العشر المقبلة فقط في قطاعات النفط والغاز والكهرباء مابين ٩٠ إلى ١٠٠ مليار دولار أمريكي، بما في ذلك شبكات الغاز والكهرباء في حالة تنفيذها.

ويضيف الكاتب أن الأسواق المالية في دول مجلس التعاون قد شهدت نمواً كبيراً وزيادة ملحوظة في الآونة الأخيرة، ويرجع ذلك إلى تشجيع حكومات مجلس التعاون للقطاع الخاص بالمشاركة الأكبر في الاقتصادات الخليجية ـ وخصوصا المحلية ـ على أن يتزايد دور القطاع الخاص الأجنبي مرحلياً، والتحرك تجاه مايعرف بخصخصة الاقتصادات الداخلية.

أما عن دلالات خصخصة قطاع الطاقة في دول مجلس التعاون فيشير الكاتب إلى أن التحرك في هذا الاتجاه أمر لايمكن النكوص عنه، ومع كونها عملية تدريجية فإنها تكتسب مزيداً من قوة الدفع، ولقد بدأت خصخصة جزئية في محطات الوقود للبيع بالتجزئة في بعض دول مجلس التعاون، وفي سلطنة عمان ودولة الامارات تمت المرحلة الثانية من مراحل خصخصة قطاع الطاقة الكهربائية. ويضاف إلى ذلك أن دول مجلس التعاون تدرس حاليا إنشاء شبكة لتوزيع الكهرباء تغطي المنطقة بكاملها وتمول بواسطة القطاع الخاص. وختتم الكاتب **الفصل الأول** من الكتاب مشيرا إلى احتمال حدوث مزيد من عمليات الخصخصة في قطاع الطاقة الكهربائية جنباً إلى جنب مع الخصخصة المرحلية لقطاع الهيدروكوبونات في مجال التكرير والنقل والتوزيع، بما في ذلك قطاع التجزئة ومؤسسات التكرير والبتروكيمائيات، ومشروعات القطاع الثانوي وقطاع الخدمات.

يتناول **عبد الحفيظ شيخ** في **الفصل الثاني** قضايا وخيارات منتقاة من خلال تحليل ماتم إحرازه في عملية الخصخصة في المنطقة، ويركز على النقاط التالية: مسح لبرامج الخصخصة في دول الخليج مع التركيز على مؤسسات قطاع الطاقة، وشرح أسباب التقدم البطئ للخصخصة مع دراسة حالة للخصخصة السريعة لمؤسسات قطاع الطاقة وبخاصة مؤسسات الطاقة الكهربائية، ومن ثم التركيز على بعض القضايا المتعلقة بمنطقة الخليج العربي والتي سوف تؤثر في وضع وصياغة برامج خصخصة الطاقة وتنفيذها.

يستعرض الكاتب وضع خصخصة الطاقة في دول الخليج على النحو التالي:-

سلطنة عمان: وهي أول دولة خليجية تبدأ برنامجاً لخصخصة البنية التحتية تنفرد بكونها أول من أقام محطة توليد للطاقة الكهربائية مملوكة للقطاع الخاص.

دولة الكويت: على الرغم أنها في مقدمة دول الخليج التي دخلت مجال الخصخصة إلا أنها لم تعمد إلى خصخصة أي من مرافق البنية التحتية أو المرافق العامة أو مؤسسة من مؤسسات قطاع الطاقة.

المملكة العربية السعودية: حيث إعتمد مجلس الوزراء مؤخراً الخصخصة كسياسة عامة، ففي مجال الاتصالات استكملت هذه المرحلة بطريقة سريعة ويتم حالياً تقويم خيارات الخصخصة فيها، أما بالنسبة لقطاع الطاقة فتعتبر شركة أرامكو السعودية شركة إستراتيجية قائمة بالفعل على أساس تجاري بمشاركة القطاع الخاص، ومن غير المرجح أن تكون مرشحة للخصخصة. ويتكون قطاع الكهرباء في المملكة من أربع مرافق رئيسية يطلق عليها مجموعة شركات الكهرباء السعودية الموحدة، وتتوزع ملكية هذه الشركات بين الحكومة والقطاع الخاص (على شكل حصص) يتم تداولها في سوق الأوراق المالية، وبذلك يعتبر هذا القطاع مخصخصاً بالفعل.

دولة الامارات العربية المتحدة: وقد بدأت في وقت متأخر، وذلك بهدف تحسين كفاءتها وتعزيز دور القطاع الخاص. وقد تم تشكيل لجنة دائمة للإشراف على خصخصة دائرة المياه والكهرباء الحكومية.

دولة البحرين: ولها نشاط محدد في مجال الخصخصة، إذ لا يزال استخراج النفط وتكريره، وقطاعات الكهرباء والمياه والنقل تحت يد الحكومة. ولكن هناك بعض الصناعات المصرفية والسياحية والبترولية لازالت في يد القطاع الخاص على الرغم من دخول الحكومة كشريك مساهم فيها.

دولة قطر: وتعد أكثر دول المنطقة انتهاجاً لسياسة التدخل الحكومي في الاقتصاد بما في ذلك قطاع النفط والغاز، ومن المحتمل أن تشرع الحكومة في عمليات خصخصة محدودة في مجالات خارج قطاع النفط والغاز الذي يعد قطاعاً استراتيجياً.

كما اشتمل هذا الفصل على عدد من العناوين ذات الصلة مثل: دوافع التدخل الحكومي المستمر وبطء عمليات الخصخصة، حيث أن هناك تفسيرات عديدة لاستمرار الدور الحكومي لعمليات الخصخصة المحدودة في دول الخليج منها:

* دخول قطاعات النفط الكبرى تحت مظلة الملكية العامة.
* توفر الدخول النفطية، يعني تخفيف القيود المالية عن الانفاق الحكومي.
* أدى ضخامة الاحتياجات والبرامج في البنية التحتية إلى خلق دور للتمويل العام والمشاركة العامة.
* أدى رغبة الحكومات في المشاركة في فوائد الريع النفطي إلى توفير الدعم للخدمات بما في ذلك الكهرباء.

ويرى الكاتب أن التحدي الكبير الذي يواجه دول الخليج العربية في إيجاد فرص عمل

للمواطنين إما عن طريق جعل العمالة الأجنبية أكثر كلفة بما يؤدي إلى الإحجام عن توظيفها، وإما زيادة الإنتاجية للعمالة من المواطنين زيادة نسبية. ولكي تحقق الحكومات الخليجية هذا الهدف عليها أن تنفق أكثر من مواردها، وأن تحسن من إستخدام هذه الموارد في مجالات التعليم والتنمية البشرية. ويمكن للحكومة عن طريق خصخصة قطاعات يتوفر لها التمويل البديل (مثل قطاع الطاقة) أن تكرس مواردها الخاصة في مجالات مثل التعليم.

جاء **الفصل الثالث** بعنوان "الإطار القانوني للخصخصة في دولة الامارات العربية المتحدة" حيث أشار الكاتب **أندرو وورد** إلى أن العوامل الحقيقية والحافزة للخصخصة تتباين من دولة إلى أخرى. وتلجأ الحكومات إلى اتخاذ قرار الخصخصة إلى عدد من العوامل هي:-

* تحسين كفاءة عمل الأصول والخدمات العامة.
* تخفيض الإنفاق الحكومي أو ضخ الأموال لخزينة الدولة.
* حفز تنمية سوق رأس المال، ومن ثم توسيع فرص الاستثمار أمام القطاع الخاص.
* تحرير المؤسسات مثل المرافق العامة من القيود المفروضة على الاستثمار المتأصلة في التمويل الحكومي.
* إدخال المنافسة في الأنشطة التي كان تتولاها سابقاً المؤسسات المملوكة للدولة.

أوضح الكاتب بأن المقصود بالخصخصة هو:- أي عملية يشارك فيها القطاع الخاص سواء بالتشغيل أو الاستثمار في الأصول المملوكة ملكية عامة، أو تقديم خدمات كانت تتولاها في السابق أجهزة حكومية. ويبين الكاتب أن سبل تطبيق الخصخصة تتراوح من الأشكال المتنوعة لبيع الأصول العامة مثل:-

* بيع الأسهم في المشروعات الخاضعة لملكية الحكومة إلى مستثمري القطاع الخاص.
* التحويل الخيري للأسهم من الشركات المملوكة للحكومة إلى المواطنين الأقل ثراءً دون مقابل.
* تحويل مشروعات البنية التحتية وتشغيلها عن طريق مبدأ «أنشئ، وتملك، وشغل، وحول».
* إدخال نظم القطاع الخاص في المؤسسات المملوكة للحكومة من خلال إتفاق خدمات الإدارة.
* التعاقد مع القطاع الخاص في مجال الخدمات مثل: خدمات نظافة المستشفيات، وخدمات تنظيف الملابس.

ويضيف الكاتب أنه لا يمكن أن تتم الخصخصة مالم يكن القطاع الخاص راغباً المشاركة فيها. فالنظام القانوني - الذي يحكم عملية الخصخصة وحقوق القطاع الخاص - سوف يكون له حتماً تأثيره في اتخاذ القرار، ولكي يمكن توفير الشروط المثلى للخصخصة الناجحة يجب أن توفر قوانين ونظم الدولة التي تقوم بعملية الخصخصة الصلاحية المخولة لإتمام عملية الخصخصة، كما يجب أن توفر نظاماً مستقراً لقوانين العمل التجاري وآلية لفض المنازعات.

استعرض **ليناسريفا ستافا وارجنيش جوسوامي** في **الفصل الرابع** التجربة الهندية حيث أوضح الكاتبان أن التغيرات البنيوية المهمة في الاقتصاد الهندي وعدد السكان أسهما في حدوث زيادات كبيرة في استهلاك الطاقة التجارية، رغم أن الهند غنية بمصادر الطاقة المستنفدة مثل الفحم والمتجددة، لكن تبقى حصة الفرد من موارد الفحم دون المعدل العالمي، كما هو الأمر بالنسبة للموارد الأخرى. وقد إرتفع الانتاج المحلي للطاقة التجارية في الهند من ٥٣ مليون طن من مكافئ النفط خلال عامي ١٩٧٢م-١٩٧٣م إلى حوالي ١٨٣ مليون طن من مكافئ النفط خلال عامي ١٩٩٤م-١٩٩٥م، مسجلاً بذلك معدل نمو يبلغ حوالي ٥,٨٪ سنوياً.

أشار الكاتبان إلى أن التطورات الأخيرة التي حصلت للطاقة في الهند خلال العقود الأخيرة جعلها تعتمد إعتماداً شديداً على النفط، كما أسهم التطوير غير الكافي لقطاع الفحم - سواء من حيث القدرة التعدينية أو مرافق النقل، إضافة إلى قلة اهتمام أنشطة البحث والتطوير بتطوير تقنيات لإنتاج فحم نقي - في الحد من كميات الفحم التي يمكن إستغلالها لتلبية إحتياجات الهند من الطاقة.

جاء **الفصل الخامس** بعنوان: «القضايا المتعلقة برفع القيود والخصخصة وإعادة التنظيم في مجال صناعات الطاقة». فلقد ذكر الكاتب **بول هورسنيل** أنه بناءاً على التغييرات التي حدثت في الرؤية الإقتصادية العامة، فقد بدأت مسألة البنية الصناعية للنفط تتحول إلى قضية في دول الخليج العربية، وذلك نظراً للتطورات الخاصة بسوق النفط بسبب:-

١- الزيادة الملحوظة في حجم إنتاج الدول غير الأعضاء في منظمة أوبك.

٢- انخفاض التكلفة والتوسع في القدرة على الاستفادة القصوى من قواعد الاحتياطي المحدودة.

٣- الأثر الناتج عن إعادة تنظيم صناعة النفط في بعض الدول الأعضاء في منظمة أوبك والتي يصحبها في الغالب توجه تلك الدول للعمل خارج محور أوبك، مثل التجربة الفنزويلية على وجه التحديد.

٤- التغيرات الجارية داخل الشركات الخليجية خاصة بعد ظهور جيل من الاختصاصيين التقنيين الذين يتمتعون بالخبرة والمهارة.

وغالباً ما تصب كل التغييرات المذكورة في صناعة النفط في مفهوم واحد، وهو التحرير والذي يشمل عدداً من الخيارات المحتملة:-

١- خصخصة الشركات الحكومية وإدارتها على أسس تجارية ضمن إطار حكومي.

٢- تفكيك الاحتكار وإشراك رأس المال الأجنبي.

٣- إحداث تغييرات في النظم التشريعية أو المالية.

وتعتبر إعادة تنظيم صناعة النفط هي العملية التي من خلالها تتم ممارسة تلك الآليات الجديدة. وفي هذه النقطة تختلف صناعة النفط عن الصناعات الأخرى التي تحتل عادة طليعة عملية التحرير (أي الكهرباء والإتصالات)، بفضل كبر حجم النفط وطبيعته كسلعة دولية توجد له مضامين إستراتيجية واقتصادية وسياسية تفرض عدم تخلي الدولة إلى حد كبير عن مجموعة من آليات السيطرة والتحكم.

أشار الكاتب إلى أن الخصخصة في قطاع النفط تعد أكثر العناصر حساسية في أي سياسة تحرير محتملة لشمولها على قضايا مثل: قومية الموارد، وتوزيع الدخل الواسع النطاق. وعن المقومات الرئيسية للبراهين المؤيدة للخصخصة، فقد ذكر كل من **لافونت و تبرول** أن هناك خمسة مقومات رئيسية هي:-

١- أن الشركات الحكومية تعاني عدم توفر نظام مراقبة لسوق رأس المال.

٢- وجود قيود هشة على ميزانيات الشركات الحكومية مما يعزز انعدام الكفاءة.

٣- أن تلك الشركات تعاني من استيلاء الدولة على استثماراتها.

٤- عدم وجود أهداف دقيقة ومحدودة وبسبب تعدد السياسات الحكومية وعدم تعدد إستمراريتها.

٥- تعرض الحكومات للضغط من جانب جماعات الضغط وأصحاب المصالح لتوجيه أنشطة مؤسسات الدولة الداعمة للرخاء باتجاههم.

أما عن العمل على أسس تجارية فقد ذكر الكاتب أنه يمكن وصف بديل الخصخصة الكاملة أو الجزئية على نحو غير دقيق بأنه إدارة المنشأة على أساس تجاري أو ربحي، وخير مثال على ذلك شركة النفط الحكومية النرويجية، حيث تعمل الشركة بصفتها شركة عالمية في مجال التنقيب والاستخراج والتكرير والتسويق والتوزيع بالتنافس مع شركات النفط الكبرى سواء في مجال العمليات المحلية أو الخارجية.

أما فيما يتعلق بشركات النفط في دول الخليج العربية، فهناك إمكانية لتطبيق عناصر ومتطلبات التحول للعمل على أساس تجاري ثم وضعها موضع التطبيق بالفعل، حيث جرى إدخال العديد من التغييرات الهيكلية والإدارية بغرض تجنب الخسائر الشاملة.

وعن موضوع كسر الاحتكار والسماح بدخول رأس المال الأجنبي، فقد أورد الكاتب أن هذا المجال من المجالات القليلة التي يختلف فيها هيكل الصناعات النفطية في منطقة الخليج العربي عن غيره، إذ يقوم رأس المال الأجنبي بدور في مجال التنقيب والاستخراج في كل من دولة الإمارات ودولة قطر وسلطنة عمان واليمن، في حين أنه غير موجود في كل من دولة الكويت والمملكة العربية السعودية.

تناول **جوردون ماكيرون** في **الفصل السادس** موضوع «خصخصة قطاع الكهرباء في انجلترا وويلز»، حيث بدأ الكاتب بمقدمة ثم أورد عناصر أركان الخصخصة من خلال طرح لعدد من المصطلحات المستخدمة على نحو فضفاض، فتحت عنوان التحول إلى شركة مساهمة: ذكر الكاتب أن هذا المصطلح يستخدم

عرض كتاب

ليصف عملية تحويل أنشطة الخدمات من جهاز حكومي إلى شركة مساهمة يدار كنشاط تجاري بإستخدام الهيكل الإداري وطرق المحاسبة السائدة في الشركات الخاصة.

أما عن أسلوب «الانفجار الكبير» البريطاني في الخصخصة فقد أوضح الكاتب أن عمليات الخصخصة في بريطانيا كبيرة وشاملة حيث أسهمت في تغيير الخصائص الرئيسية للصناعة ذات العلاقة بصورة متزامنة. ففي قطاع الكهرباء تم تطبيق عدد من الأفكار على أرض الواقع، وكان التحول إلى نظام الشركات المساهمة قد تم قبل الخصخصة بعدة سنوات.

ويرى الكاتب أن أسلوب «الانفجار الكبير» في تطبيق الخصخصة يعود إلى مصدرين هما:-

١- الدافع الأساسي للخصخصة - كما هو الشأن بالنسبة إلى عمليات الخصخصة البريطانية الأخرى - هو الحصول على الأموال لأجل القطاع العام. وقد توفرت الأهداف المتمثلة في الكفاءة والتنافس وملكية حصة أكبر، وكانت ذات أهمية حقيقية.

٢- إمكانية حدوث التغيرات الكبيرة والمتزامنة في ظل الظروف البريطانية، إذا لم تكن صناعة الكهرباء تحت وطأة أزمة، وكانت ناجحة تماماً في العديد من جوانبها.

أما عن تنظيم الاحتكار فما زال هناك عنصران من عناصر الاحتكار الطبيعي كان مقرراً لهما أن يبقيا إلى أجل غير محدد، وهما نظام النقل في شبكة التوزيع الوطنية، وشبكات التوزيع التابعة لشركات توزيع الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك فلقد كان مقرراً لإمداد المستهلكين بالتيار للإستخدامات المنزلية على أساس التجزئة أن يبقى احتكاراً لمدة ثماني سنوات. وقد استبعد في المملكة المتحدة أسلوب معدل العوائد للوائح تنظيم الاحتكار الطبيعي، وذلك لصالح مراقبة سقف الأسعار. وقد تم برمجة مراجعات سقف الأسعار كل أربع أو خمس سنوات بدلاً من أن تتم سنوياً، وذلك للسماح للشركات الخاضعة للتنظيم بالتخطيط لفترات أطول، وفي التخفيف من الأعباء التنظيمية.

كان **الفصل السابع** بعنوان «الخصخصة - دروس وعبر من التجربة البريطانية» حيث ناقش الكاتب **كلين روبنسون** كيفية إنطلاق حركة الخصخصة وأسبابها، والأساس الفكري الذي تقوم عليه، ومراحل التقدم التي حدثت في التفكير بشأنها، والقضايا المحددة التي تظهر في نطاق خصخصة الطاقة.

أوضح الكاتب أن الخصخصة بدأت صغيرة في بريطانيا في أوائل الثمانينيات من القرن العشرين، ثم ازدهرت وتحولت إلى حركة عالمية في أجزاء كثيرة من العالم بسبب سياسات صندوق النقد الدولي والبنك الدولي.

تدل التقديرات التي أجرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حديثاً على أن المبلغ الذي تم جمعه عن طريق الخصخصة في عام ١٩٩٧م يكاد يصل إلى ١٠٠ مليار دولار أمريكي مقارنة بمبلغ ٣٠ مليار دولار في عام ١٩٩٠م. وقد شملت الدول الرئيسية التي قامت بالخصخصة في منطقة منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في السنوات الأخيرة بعض الدول النامية الأعضاء في المنظمة، علاوة على الأعضاء الأكثر تقدما من الناحية الاقتصادية.

ساهمت ثلاث قضايا ملحة في بريطانيا في التعجيل بالخصخصة هي:-

١- الحاجة للتقليل من الاقتراض الحكومي في وقت كانت فيه الدولة حذرة من زيادة معدلات الضرائب، حيث تبين أن قدرة الناخبين على دفع الضرائب قد استنفدت.

٢- الشعور بأن الصناعات الؤممة كانت متخلفة من الناحية التقنية وتعوزها الكفاءات، وغير قادرة على التجاوب مع احتياجات المستهلكين.

٣- انعدام شعبية نقابات العمال في القطاع العام بعد اضرابات واسعة في جو ساده السخط وعدم الرضا.

كما تضمن هذا الباب الحديث عن مزايا الخصخصة وفوائدها حيث أشار الكاتب إلى أنه يمكن للخصخصة أن تعالج مشكلات ملكية الدولة، وذلك لأسباب رئيسية هي:

أولاً: وسيلة لدفع الحظر المفروض علي دخول السوق والذي يرافق ملكية الدولة عادة، وسوف يساهم الدخول الفعلي أو المحتمل إلى الصناعة في تعزيز المنافسة، مما يؤدي إلى زيادة الضغوط على الشركات لزيادة الكفاءة والاسراع بالتقدم التقني وتخفيض التكاليف.

ثانياً: يوجد في في الشركات الجديدة مساهمون من القطاع الخاص يتمتعون بفاعلية أكبر من أي وزارة مالية في فرض الضغوط لتحقيق مزيد من الكفاءة الداخلية.

ثالثاً: اللجوء إلى مكاتب تنظيمية مستقلة مما قلل من التسييس، الذي كان يمارس في بريطانيا من خلال ضغوط خفية يمارسها الوزراء والموظفون المدنيون على كبار الموظفين التنفيذيين.

يستعرض **إبراهيم علوان** وآخرون في **الفصل الثامن** والأخير «الخصخصة ورفع القيود عن قطاع الطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي» حيث أشاروا إلى أن الأتجاه العالمي نحو التجارة الحرة، والتأكيد التكافي على المزايا النسبية، يدعو إلى الخصخصة حيث تنحسر الحواجز التي تعوق التجارة الحرة مع تزايد الاعتماد على المنافسة وقوى السوق في تحديد الأسعار، وتحديد أولويات توزيع الموارد، وهو ما يتطلب استعادة التوازن المالي والنقدي والمحافظة عليه. وهذا بدوره يتطلب ترشيد إنفاق القطاع العام وزيادة تعبئة العوائد عن طريق تطبيق نظم ضريبية أوسع نطاقاً. كما يشهد هيكل الملكية في قطاعات الطاقة في أرجاء العالم تغييراً جوهرياً، ففي الماضي كان ينظر إلى الطاقة على أنها قطاع استراتيجي ينبغي أن تتولاه الدولة من حيث الملكية والسيطرة، وقد أدى ذلك إلى حدوث عمليات بيع ضخمة لصالح القطاع الخاص، ويجري كذلك خصخصة مؤسسات النفط والغاز والفحم والطاقة الكهربائية التي كانت تحت سيطرة القطاع العام طيلة عقود، كما بدأت حصص الحكومات من الملكية في التقلص ورفعت يدها عن السيطرة المباشرة على مؤسسات قطاعات الطاقة الفرعية.

وعن قطاعات الطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي تحدث المؤلفون من الخلفية التاريخية لذلك ثم التفصيل في الحديث عن كل قطاع من قطاعات الطاقة، فقد شهد قطاع النفط تطوراً سريعاً وباتساع كانت البنية التحتية باستخدام أحدث التقنيات، وحصلت العمالة المحلية على تدريبات مكثفة خارجية وفي الموقع، مكنها من تقلد مناصب عليا في شركات النفط، كما يقوم المواطنون حالياً بإدارة شركات النفط وتشغيلها في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي وفق أعلى المقاييس والمعايير الدولية. وقد ساهم وجود كل من الكادر المحلي المؤهل وتوفر التمويل لجذب الخبرة العالمية، والاعتماد على أسعار تحددها السوق وأسواق مستقرة للمخرجات وعوائد في أيدي حكومات دول مجلس التعاون، في خلق بيئة ملائمة لتحويل قطاع النفط إلى قطاع مساهم.

أما في قطاع الطاقة الكهربائية فقد اضطلعت الحكومات في دول مجلس التعاون الخليجي بالدور القيادي في تنمية قطاع الطاقة الكهربائية وإدارته وتشغيله وتمويله، بسبب الدور الذي لعبته تلك الحكومات في نمو هذا القطاع، ولقد أسهمت عدة عوامل في أن تلعب الحكومات الدور الأكبر في تنمية قطاع الطاقة الكهربائية الفرعي، هما:-

١- الطلب المتزايد على الكهرباء الذي حفز إليه النمو الاقتصادي المترافق مع طبيعة التوزيع الجغرافي للسكان والاستثمارات الأولية الجوهرية المطلوبة، والتي لايوجد مسوغ لتمويلها على أساس تجاري بحت في معظم الحالات.

٢- عدم ملائمة الموارد المالية والتقنية للشركات القائمة مع نظم الطاقة الكهربائية الحديثة.

٣- زيادة الطلب على شبكات النقل والتوزيع لخدمة الأنماط المتغيرة في توزيع السكان المتعلقة بالنمو العمراني السريع.

٤- ندرة المياه لمواجهة احتياجات السكان المتنامية بما في ذلك زيادة أعداد الوافدين مما تطلب تنمية مرافق توليد الطاقة الكهربائية والتي كانت تنتج المياه المحلاه.

٥- ممارسة الحكومة للضغوط السياسية للإبقاء على أسعار الكهرباء والمياه عند مستويات تكون مقبوله لدى كل المستهلكين.

أخيراً يرى الكاتب أن توزيع الأخطار بين القطاع العام والخاص يتطلب من مؤسسات الطاقة الكهربائية في القطاع الخاص أن تباشر الاستثمارات بموجب التمويل ذي حق الرجوع المحدود، وهذا يعني ضرورة تماشي الاعتماد على الحكومات في زيادة التمويل للاستثمارات الجديدة بإستخدام ميزانياتها.

كيف تعمل الأشياء

جهاز الموجات فوق السمعية

إعداد: د. ناصر بن عبدالله الرشيد

جهاز الموجات فوق السمعية (Altrasound) عبارة عن تقنية تصوير طبية تستخدم موجات سمعية عالية التردد وصداها. تشبه هذه التقنية إلى حد كبير الظاهرة الطبيعية التي تستخدمها بعض الحيوانات، مثل: الخفافيش والحيتان والدلافين لمعرفة طريقها وتحديد المسافات، كما تشبه السونار المستخدم في أعماق البحار.

في حالة جهاز الموجات فوق السمعية النموذجي ترسل ملايين النبضات وتستقبل ملايين الموجات المرتدة في كل ثانية، إضافة إلى أن المجس يمكن تحريكه في أنحاء مختلفة من الجسم، وبشكل مائل لرؤية الجزء المراد فحصه من جهات مختلفة.

آلية عمل الجهاز

تتمثل آلية عمل الجهاز فيما يلي:

١- يرسل الجهاز نبضات سمعية عالية التردد تتراوح ما بين ١ إلى ٥ ميجاهيرتز من خلال مجس إلى داخل الجسم.

٢- تنتقل الموجات السمعية داخل الجسم حتى تصطدم بالحد الذي يفصل الأنسجة، مثل الأنسجة الرخوة والسوائل، أو بين الأنسجة الرخوة والعظام.

٣- ترتد بعض الموجات فوق السمعية نحو المجس بينما يستمر بعضها إلى مسافة أبعد حتى تصل إلى حد آخر، ثم تنعكس.

٤- يلتقط المجس الموجات المنعكسة، ثم يرسلها إلى الجهاز.

٥- يقوم الجهاز بحساب المسافة من المجس إلى النسيج أو العضو، مستخدماً سرعة الصوت في الأنسجة والتي تقدر بـ ١,٥٤٠ متر/ث، ووقت عودة كل صدى، وهو عبارة عن أجزاء من مليون من الثانية.

٦- تعرض شاشة الجهاز مسافات وشدات الأصداء، مكونة صورة ثنائية الأبعاد.

مكونات الجهاز

يتكون الجهاز من الأجزاء التالية:

● **المجس الناقل**

يعد المجس الجزء الرئيسي في الجهاز حيث يقوم بإصدار الموجات فوق السمعية واستقبال الموجات المرتدة (الصدى)، وبذلك فإنه يمثل الفم والأذن في الجهاز. يولد المجس الموجات السمعية ويستقبلها باستخدام مبدأ يطلق عليه ظاهرة الكهروإجهادية (Piezoelectric effect) التي إكتشفت بواسطة العالمين **بيير وجاكوس كوري** عام ١٨٨٠م. يوجد في المجس بلورة أو أكثر تسمى البلورة الإجهادية، تقوم هذه البلورة بتغيير شكلها حينما يؤثر عليها تيار كهربائي، وبالتالي يولد هذا التغير السريع في الشكل أو الاهتزاز موجات سمعية تنتقل خارج البلورات. وبشكل عكسي فإنه حينما يصطدم الصوت أو الموجات الضاغطة بالبلورة فإنها تطلق تياراً كهربائياً، ولهذا فإن نفس البلورات يمكن استخدامها مرسلة ومستقبلة للموجات



● المجس الناقل.

السمعية في آن واحد. كما أن المجس لديه مادة لامتصاص الصوت للتخلص من الانعكاسات الخلفية من المجس نفسه، وعدسات سمعية للمساعدة في تركيز موجات الصوت المنبعثة.

يوجد للمجس أشكال وأحجام عديدة، حيث يحدد شكل المجس مجال المنظر، بينما يحدد تردد موجات الصوت المنبعثة قدرة الموجات فوق السمعية على اختراق الجسم ودقة الصورة، فقد يحتوي المجس على بلورة واحدة أو أكثر، وفي حالة وجود أكثر من بلورة فإن لكل منها دائرتها المستقلة.

تتميز المجسات متعددة البلورات بإمكانية توجيه حزمة الموجات فوق السمعية عن طريق تغيير الوقت الذي تحصل فيه كل بلورة على نبضة، ويكون توجيه الحزمة هاماً في حالة فحص القلب، إضافة إلى أن المجس يمكن أن يتحرك على سطح الجسم فإن بعض المجسات يمكن أن تدخل مع فتحات ـ المهبل والمستقيم والمريء ـ الجسم لتكون قريبة من العضو المراد فحصه، مثل الرحم، وغدة البروستاتا، والمعدة، لأنه كلما اقترب المجس من العضو المراد فحصه كانت التفاصيل أوضح.

● **وحدة المعالجة المركزية**

وحدة المعالجة المركزية هي مخ جهاز الموجات فوق السمعية، وهي عبارة عن حاسب آلي يتكون من معالج وذاكرة ومضخم للقدرة الكهربائية. ترسل وحدة المعالجة المركزية التيار الكهربائي إلى المجس الناقل لإطلاق الموجات السمعية، وفي نفس الوقت استقبال النبضات


● غرفة الجهاز.

الكهربائية من المجسات الناشئة من ارتداد الموجات السمعية (الصدى). يعمل الحاسب الآلي جميع الحسابات اللازمة لمعالجة البيانات، وحالما تتم معالجة صف من البيانات فإن وحدة المعالجة المركزية تكوِّن صورة على شاشة العرض، لتخزن في ذاكرة الحاسب أو على قرص مرن.

● منظمات نبضات الناقل

تسمح أدوات التحكم بناقل الطاقة للمشغِّل – يسمى كاشف الأشعة فوق السمعية– بتعديل التردد والفترات الزمنية الفاصلة بين النبضات بالإضافة إلى دقة الجهاز. تترجم الأوامر المعطاة من قبل المشغِّل إلى تيارات كهربائية مترددة تسلط على بللورات الإجهاد الكهربائي (Piezoelectric crystals) في المجس الناقل للطاقة.

● شاشة العرض

شاشة العرض عبارة عن شاشة حاسب آلي تظهر عليها البيانات المعالجة من قبَل الوحدة المركزية، وهذه الشاشة قد تكون ملونة أو بالأسود والأبيض بحسب موديل الجهاز.


● شاشة العرض.

● لوحة المفاتيح والمزلقة

يزود جهاز الموجات فوق السمعية بلوحة مفاتيح ومزلقة (Cursor) تسمح للمشغل بإضافة الملاحظات وأخذ المقاييس من البيانات.

● قرص التخزين

يمكن تخزين البيانات المعالجة أو الصور على أقراص قد تكون صلبة، أو مرنة، أو مضغوطة، أو رقمية. وفي العادة تخزن نتائج المسح الطبي لجسم المريض بواسطة الموجات فوق السمعية على قرص مرن وتحفظ في ملفه الطبي للرجوع إليها عند الحاجة.

● الطابعة

تزود كثير من أجهزة الموجات فوق السمعية بطابعات حرارية للحصول على صورة ورقية من المشهد المعروض على الشاشة.

أنواع الجهاز

يعطي جهاز الموجات فوق السمعية الذي تم استعراضه صور ثنائية الأبعاد أو شرائح لأجسام ثلاثية الأبعاد مثل الرحم. بالإضافة إلى ذلك يوجد نوعان آخران من الأجهزة، هما:

● ثلاثي الأبعاد

تم خلال السنوات القليلة الماضية تطوير جهاز للموجات فوق السمعية قادر على إعطاء صور ثلاثية الأبعاد، يتم فيها أخذ العديد من الصور ثنائية الأبعاد عن طريق تحريك المجس عبر سطح الجسم أو إدارة المجس الموجود داخل أحدى فتحات الجسم، ثم يتم دمج الصور ثنائية الأبعاد عن طريق برنامج حاسوبي خاص لتكوين مشاهد ثلاثية الأبعاد.

● موجات دوبلر فوق السمعية

تعتمد موجات دوبلر فوق السمعية على مبدأ تأثير دوبلر (Doppler effect) عندما يتحرك الجسم العاكس للموجات فوق السمعية فإنه يغير من تردد الصدى معطياً تردداً عالياً عند اقترابه من المجس وتردداً منخفضاً عند ابتعاده ، ويعتمد هذا التغير على سرعة حركة الجسم. تقيس موجات دوبلر فوق السمعية التغير في تردد الصدى لحساب سرعة حركة الجسم. ولذا فإنها تستخدم لقياس معدل جريان الدم في القلب والأوعية الدموية الرئيسية.

استخدامات الجهاز

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في العديد من الأغراض الطبية، حيث تتميز بأنه من خلالها يمكن مشاهدة تركيبات معينة دون الحاجة لاستخدام الإشعاع، إضافة إلى أنها تعطي نتائج أسرع من التصوير بالأشعة السينية أو بالأشعة الأخرى، ومن أهم استخداماتها ما يلي:

● أمراض النساء والولادة

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في عدد من أمراض النساء والولادة، منها:

١– التعرف على حجم الجنين وتقدير موعد الولادة، وتحديد وضعه.
٢– فحص المشيمة للتأكد من أنها لا تنمو بطريقة خاطئة على فتحة الرحم.
٣– ملاحظة عدد الأجنة في الرحم.


● صورة للجنين باستخدام الموجات فوق السمعية.



● نماذج للجهاز.

٤- التعرف على نوع الجنين.

٥- مراقبة معدل نمو الجنين بعمل القياسات في كل مرة يصور فيها.

٦- اكتشاف الحمل خارج الرحم الذي يشكل خطراً على صحة الأم نتيجة لنمو الجنين في قناة فالوب بدلاً من الرحم.

٧- تحديد كمية السائل الأميوني الذي يحيط بالجنين.

٨- مراقبة الطفل خلال بعض الإجراءات الخاصة كما في حالة أخذ عينة من السائل الأميوني للفحص الوراثي، وقد أدى هذا إلى التقليل بشكل حاد من الأخطار التي يتعرض لها في السابق.

٩- اكتشاف الأورام في كل من المبيض والصدر.

● القلب

يتم عن طريق أجهزة الموجات فوق السمعية رؤية القلب من الداخل لتحديد التركيبات أو الوظائف غير الطبيعية، كما يمكن عن طريقها قياس سرعة جريان الدم في القلب والأوعية الدموية الرئيسية.

● الجهاز البولي

تستخدم أجهزة الموجات فوق السمعية في قياس جريان الدم في الكليتين، ورؤية الحصوات فيهما، واكتشاف سرطان البروستاتا.

● الطوارىء

إضافة لما سبق ذكره من استخدامات لأجهزة الموجات فوق السمعية فإنه في الآونة الأخيرة بدأ استخدامها في أقسام الطوارىء في المستشفيات بشكل ملحوظ لتشخيص الحالات الاسعافية لأنها تعطي نتائج سريعة.

طريقة الفحص

في حالة الفحص بالموجات فوق السمعية يدخل المريض مع الفني إلى غرفة الفحص، ويقوم بالخطوات التالية:-

١- إزالة جميع الملابس أو على الأقل الملابس التي تغطي المناطق المراد فحصها.

٢- يسحب الفاحص قماش (شرشف) لتغطية أي منطقة مكشوفة من الجسم وليس لها علاقة بمنطقة الفحص.

٣- يضع الفاحص مادة جيلاتينية على الجلد في المنطقة المراد فحصها، وذلك للتخلص من الهواء بين المجس والجلد، للمساعدة في مرور الموجات السمعية إلى داخل الجسم.

٤- يغطي الفاحص رأس المجس بغطاء من البلاستيك.

٥- يمرر الفاحص المجس فوق الجلد للحصول على الصور المطلوبة، وبناءً على نوع الفحص فإن المجس قد يدخل إلى داخل الجسم.

٦- قد يطلب الفاحص من المريض تغيير وضعه ليتمكن من الحصول على رؤية أفضل للعضو المراد فحصه.

٧- بعد الحصول على الصورة والقياسات المطلوبة، وتخزين البيانات على قرص، فإنه يمكن الحصول على نسخة من تلك الصور على ورق.

٨- بعد ذلك يمكن الحصول على مناديل ورق لمسح الجلاتين من الجسم.

٩- وأخيراً يلبس المريض ملابسه.

أضرار الجهاز

هناك قلق كبير حول نواحي الأمان من استخدام الموجات فوق السمعية. ولأنها عبارة عن طاقة فإن السؤال الذي يطرح دائماً من قبل المريض هو: ماذا تعمل هذه



● وضع المجس على الجزء المراد تصويره.

الموجات في أنسجة الجسم أو في الجنين؟ هناك بعض التقارير تشير إلى أن الأجنة الذين يولدون ناقصي الوزن يولدون لأمهات تكرر فحصهن بالموجات فوق السمعية أثناء فترة الحمل.

ومن أكثر الأضرار المحتمل حدوثها ما يلي:

١- ارتفاع حرارة الأنسجة أو امتصاص الماء لطاقة الموجات فوق السمعية، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأنسجة موضعياً.

٢- تكوِّن فقاعات عندما تخرج الغازات الذائبة من المحلول نتيجة للحرارة المحلية بسبب الموجات فوق السمعية.

ومع أنه لا توجد آثار مرضية مثبتة علمياً بدراسات موثقة ومعتمدة نتيجة لاستخدام الموجات فوق السمعية سواءً في الإنسان أم الحيوان، إلا أنه يجب أن لا تستخدم إلا في الحالات الضرورية.

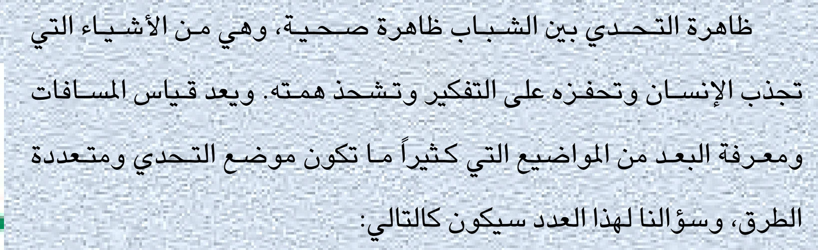
المستقبل

مع تطور تقنيات الحاسب الآلي فإن أجهزة الموجات فوق السمعية ستصبح أكثر سرعة وذات قدرة تخزينية عالية، وقد يصبح المجس أقل حجماً وأكثر قابلية للإدخال في فتحات الجسم للحصول على صور أكثر دقة للأعضاء الداخلية، والأكثر احتمالاً أن الصور ثلاثية الأبعاد ستكون أكثر تطوراً وأكثر قبولاً، وأن أجهزة الموجات فوق السمعية ستكون أصغر حجماً، بحيث يمكن حملها باليد، واستخدامها في الميدان.

مساحة للتفكير

مسابقة العدد

قياس عرض النهر



ظاهرة التحدي بين الشباب ظاهرة صحية، وهي من الأشياء التي تجذب الإنسان وتحفزه على التفكير وتشحذ همته. ويعد قياس المسافات ومعرفة البعد من المواضيع التي كثيراً ما تكون موضع التحدي ومتعددة الطرق، وسؤالنا لهذا العدد سيكون كالتالي:

وقف شابان على ضفة النهر فقال أحدهما للآخر: هل تستطيع قياس عرض النهر التقريبي دون أن تضطر لعبوره أو تستخدم أية معادلات رياضية؟ فقال الشاب الثاني: لا. فقال الأول: أنا أستطيع ذلك باستخدام قبعتي هذه (الموضحة بالشكل المرفق). فما كان من الشاب الثاني إلا أن فغر فاه مندهشاً !! .

فهل تستطيع معرفة كيف استطاع الشاب الأول قياس عرض النهر باستخدام قبعته فقط؟

إذا توصلت إلى الحل الصحيح، فلا تتردد في إرساله إلى المجلة، فقد تفوز بإحدى الجوائز.

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**قياس عرض النهر**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال (هاتف، فاكس، بريد إلكتروني).

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد السابق

أعمار العائلة

لحل المسابقة يجب عمل الفرضيات التالية:

عمر الأب = أ، وعمر الأم = ب، وعمر ليلى = ج

عمر علي = د، وعمر سلمى = هـ، وعمر محمد = و

ومن معطيات السؤال يمكن تكوين المعادلات التالية:

أ = ب + ج ... (١)

أ = ٣ (ج + د) ... (٢)

أ = ٤ د + ١٠ ... (٣)

ب = ٣ د + ٥ ... (٤)

هـ = د + ٣ ... (٥)

ج = د + ٥ ... (٦)

أ + ب = ١٢٠ ... (٧)

بالتعويض من (٣)، (٤) في (٧) يمكن معرفة عمر علي كالتالي:

(٤ د + ١٠) + (٣ د + ٥) = ١٢٠

٧ د + ١٥ = ١٢٠

* د = $\frac{١٢٠-١٥}{٧}$ = ١٥ سنة (عمر علي)

لمعرفة عمر الأب يمكن تعويض عمر علي في (٣)

أ = ٤ د + ١٠

= ٤ (١٥) + ١٠ = ٦٠ + ١٠ = ٧٠ سنة

لمعرفة عمر الأم يمكن بتعويض عمر علي في المعادلة (٤)، أو بتعويض عمر الأب في معادلة (٧)

ب = ٣ د + ٥ = ٣ × ١٥ + ٥ = ٥٠ سنة

يمكن معرفة عمر سلمى بالتعويض في المعادلة (٥)

هـ = د + ٣ = ١٥ + ٣ = ١٨ سنة

يمكن معرفة عمر ليلى بالتعويض في معادلة (١)

أ = ب + ج

ج = أ - ب = ٧٠ - ٥٠ = ٢٠ سنة

يمكن معرفة عمر محمد بالتعويض في المعادلة (٦)، ج = و + ٥

* و = ج - ٥ = ٢٠ - ٥ = ١٥ سنة

وعليه يكون عمر الأب = ٧٠ سنة، وعمر الأم = ٥٠ سنة، وعمر ليلى = ٢٠ سنة، وعمر سلمى = ١٨ سنة، وعمر علي = ١٥، وعمر محمد = ١٥ سنة.

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السابق**، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة لم يتمكن أي من المتسابقين معرفة الحل الصحيح.

مصطلحات علميه

أسود الأسيتيلين Acetylene black

أحد أشكال الكربون ، له ناقلية كهربائية، ويحضر من تفكك الأسيتيلين بالتسخين.

المسحوق الأسود Black powder

نوع من البارود اخترع في الصين في القرن التاسع الميلادي، وبقي هو الوقود الدافع والمتفجر الوحيد حتى منتصف القرن التاسع عشر.

※ الطاقة Energy

قدرة الجسم على أداء شغل سواء كانت كحرارة أو حركة ميكانيكية أو في ربط المادة بعضها ببعض سواءاً على مستوى الجزئي أو الذرة أو النواة .

※ خلية الوقود Fuel Cell

جهاز كهروكيميائي يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الناتجة عن التفاعل مباشرة إلى طاقة كهربائية ذات جهد منخفض بدون أي أحتراق، حيث يستخدم غاز الهيدروجين كوقود، والأكسجين أو الهواء كمؤكسد بوجود بعض المواد المحفزة للتفاعل.

مادة محفزة لخلية الوقود

fuelcell catalyst

مادة ـ مثل البلاتين أو الفضة أو النيكل ـ تصنع منها الخلية والوقود، كما أنها تسرع تفاعل الخلية، وهي ذات أهمية خاصة في خلايا الوقود التي لا تعمل في درجات الحرارة المرتفعة.

وقود خلية الوقود fuel_ cell_ fuel

مادة ـ مثل الهيدروجين أوأحادى أكسيد الكربون أو الصوديوم أو الغول أو مركب هيدروكربوني ما ـ تتفاعل مع الأكسجين لتو ليد الطاقة في خلية الوقود.

الغاز المميه Gas hydrate

بلورات صلبة ثلجية تتكون من جزئيات ماء تحتوي على جزئيات غاز طبيعي، حيث تكون جزئيات الماء مثل القفص لجزئيات الغاز ولكن بدون روابط كيميائية.

الوقود ذاتي الاشتعال Hypergolic

وقود دافع للصواريخ يشتعل تلقائيا عندما تتلامس مكوناته (الوقود والمؤكسد) مع بعضها البعض دون الحاجة إلى مادة إشعال.

وقود دافع أحادي Monopropellant

وقود دافع ـ سائل في الغالب ـ للصواريخ يمكن استخدامه بمفرده دون الحاجة إلى مادة أخرى، وهذا النوع من الوقود قد يكون مادة كيميائية مفردة يصاحب تفككها انطلاق كمية كبيرة من الحرارة، أو خليط من المواد الكيميائية تتفاعل مع بعضها مطلقة طاقة حرارية.

بطارية نووية Nuclear battery

بطارية أولية تتحول فيها طاقة المادة المشعة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية أو غيرها من محولات الطاقة.

وقود نووي Nuclear fuel

نظير شطور أو خصب عمر نصفه ذو طول معقول ، يستخدم كمنبع للطاقة في مفاعل نووي.

قدرة نووية Nuclear power

قدرة مبعثها الانشطار أو الاندماج النووي.

قطع أكسجين أسيتيلين

Oxyacetylene cutting

القطع باللهب للمعادن الحديدية، وفيه ينجز التسخين المسبق للمعدن نتيجة مشعل أكسجين أسيتيليني.

مشعل أكسجين أسيتيليني

Oxgacetylene torch

أداة لحرق خليط من الأكسجين والأسيتيلين تنتج لهباً ساخناً للحام المعادن وقطعها.

لحام أكسجين أسيتيليني

Oxgacelylene welding

أسلوب لحام تؤمن الحرارة اللازمة فيه بواسطة لهب أكسجيني أسيتيليني.

غرفة الصاروخ

Rocket Chamber

غرفة احتراق الوقود بالصاروخ، ولاسيما ذلك الجزء من المحرك الصاروخي الذي يحدث فيه احتراق الوقود

وقود الصاروخ Rocket fuel

أية مادة أو خليط من المواد يمكن أن يحترق بسرعة عالية فينتج حجوماً ضخمة من الغاز، عند درجة حرارة وضغط مرتفعين، ويكون احتراقه متحكماً فيه، ويشمل الدافع فوق أكسيد الهيدروجين والهيدرازين، والوقود الدافع السائل.

مشغل الصاروخ Rocket Igniter

أداة إشعال الوقود في الصاروخ.

دافع صاروخي

Rocket ProPellant

أي عمل يستمد منه الصاروخ دفعة بإستهلاكه أواحتراقه في داخله، مثل الوقود والمؤكسد والمواد المضافة، أو المائع المقذوف في الصاروخ النووي.

الدفع النوعي

Specific Impulse

مقدار الدفع الناتج عن احتراق وحدة كتلة الوقود الدافع



من أجل
فلذات أكبادنا

عوامل تخمر العجينة

نتناول الخبز في أغلب موائدنا اليومية فتأسرنا رائحته ومذاقه الطيب، وقد نتساءل عن السر في ذلك، وحتى لا تطول حيرتنا فإن فطرة الخميرة لها دور كبير في ذلك، حيث من المعلوم أن الخبز يتكون من الدقيق (مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر) والخميرة والماء، وهذه المواد تكوِّن العجينة التي يصنع منها الخبز.

تتغذى الخميرة على المواد الكربوهيدراتية – سواءً أكان نشأ أم سكراً – فينتج عن ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعمل على انتفاخ العجينة فتصبح مسامية القوام ويكبر حجمها، وغاز ثاني أكسيد هو نفس الغاز المستخدم في المشروبات الغازية الذي يعمل فقاعات غازية وأزيز عند سكبها في الكأس. تحتاج الخميرة لظروف معينة لكي تمارس نشاطها يمكن إيضاحها لفلذات أكبادنا في التجربة التالية:

● الأدوات

ملصقات عناوين، وقلم خط، وماء دافيء وماء بارد، أربع ملاعق شاي ونصف سكر، أربع ملاعق شاي ونصف خميرة – سواءً جافة أو رطبة – وأربع زجاجات صغيرة.

● خطوات العمل

١- رقِّم الزجاجات من ١-٤ ثم ضع ملعقة ونصف من الخميرة في الزجاجة رقم(١)، ثم املأها إلى منتصفها بالماء الدافيء.

٢- ضع ملعقة ونصف من السكر في كل من الزجاجات (٢)، و (٣)، و(٤)، ثم املأ الزجاجة (٢) إلى منتصفها بالماء الدافيء.

٣- ضع ملعقة ونصف من الخميرة في كل من الزجاجات (٣)، و(٤)، ثم املأ الزجاجة (٣) إلى منتصفها بالماء الدافيء، والزجاجة (٤) بالماء البارد.

٤- ضع الزجاجات (١) و(٢) و(٣) في مكان دافيء مثل الشباك المعرض للشمس أو قريباً من الفرن.

٥- ضع الزجاجة (٤) في مكان بارد مثل الثلاجة.

٦- اترك الزجاجات في أماكنها لمدة ثلاث أو أربع ساعات. ماذا تشاهد؟

● المشاهدة

نشاهد أن الزجاجات (١) و(٢) و (٤) لم يحدث لها شيء، بينما نشاهد في الزجاجة (٣) أن محتواها زاد وفاض إلى خارجها.



● الاستنتاج

نستنتج من التجربة ما يلي:-

١- في الزجاجة (١) لم يحدث أي تفاعل لأنها لاتحتوي على مادة كربوهيدراتية (سكر).

٢- في الزجاجة (٢) لم يحدث أي تفاعل لأنها لا تحتوي على خميرة.

٣- في الزجاجة (٣) حدث تفاعل وتكونت رغوة فاضت من الكأس، وذلك لتوفر جميع الظروف من مادة كربوهيدراتية وخميرة وجو دافيء.

٤- في الزجاجة (٤) لم يحدث تفاعل لعدم توفر الحرارة اللازمة لحدوثه، حيث وضعت هذه الزجاجة في الثلاجة

من هذا نستنتج أن نشاط الخميرة يحتاج لتوفر كل من المادة النشوية والخميرة ودرجة الحرارة المناسبة.

المصدر

Young Scientist, Vol. 5 Plant Life


١


٢


٣


٤



توطين تقنية خلايا الوقود

تحقيقاً لأهداف معهد بحوث الطاقة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ومتابعةً للتطورات العالمية المتزايدة في موضوع خلايا الوقود ـ أجهزة كهروكيميائية تقوم بتحويل طاقة تفاعل الوقود (الهيدروجين) والأكسجين مباشرة إلى طاقة كهربائية ـ حيث استقطب هذا المجال اهتمام مراكز الأبحاث العالمية، بدأ معهد بحوث الطاقة منذ عام ١٩٩٢م باستحداث ودعم وتنفيذ مشروع توطين تقنية خلايا الوقود.

أهداف البحث

تتلخص أهداف البحث فيما يلي:-

١- تحقيق المتطلبات العلمية والتقنية الخاصة بخلايا الوقود.

٢- بناء قاعدة علمية وتقنية وطنية لاكتساب هذه التقنية.

٣- تصميم وتصنيع وتشغيل واختبار أنواع مختلفة من خلايا الوقود.

٤- إيجاد قناة تواصل مع الجهات المهتمة بهذه التقنية، محلياً مثل شركة ارامكوا السعودية.

٥- دراسة بعض أنواع الوقود المحلية لتشغيل خلايا الوقود.

خطوات البحث

لتحقيق أهداف البحث تم القيام بعدة مهام وفق مرحلتين، وذلك كما يلي:-

* **المرحلة الأولى**: وتم فيها مايلي:-

١- إجراء مسح كامل للمراجع والأعمال السابقة المتعلقة بأساسيات وأنواع خلايا الوقود.

٢- التركيز على نوع واحد من أنواع خلايا الوقود ذات الوسط الحمضي الفسفوري (Phosphoric Acid fuel cell-PAFC).

٣ـ تصميم خلايا وقود أُحادية(Single Cells) بأبعاد ٢٠سم×٣٠سم.

٤- تصنيع أقطاب خلايا وقود للخلايا الأحادية بطريقة الفرد.

٥- تشغيل واختبار عدد من الخلايا الأحادية باستخدام الهيدروجين والأكسجين والهواء.

٦- دراسة الأقطاب فيزيائياً قبل وبعد الاختبار الكهروكيميائي.

٧- تصميم وتصنيع وتركيب جميع الأجزاء المكونة لصفوفات متعددة القدرات وفقاً لنتائج الأبحاث المتعلقة بالخلايا الأحادية.

٨- بناء نظام معلومات وتحكم متكامل.

* **المرحلة الثانية**: وتم فيها دراسة خلايا الوقود ذات غشاء تبادل البروتون (Proton Exchange Membrane Fuel Cell-PEMFC)، حيث تم القيام بالمهام التالية:-

١- دراسة خمسة تصاميم لمسارات الغازات، هي:-

- التصميم الأخدودي
- التصميم الأخدودي ذو موزع الغاز الداخلي.
- التصميم الشبكي.
- التصميم الشكبي ذو موزع الغاز الداخلي.
- التصميم المتعرج.

وقد تمت دراسة هذه التصاميم على خلية أحادية باستخدام هيدروجين مرطب وغير مرطب.

٢- تحضير وفحص أقطاب خلايا الوقود تم تصنيعها معملياً بنسب متفاوته من المادة المحفزة وبطرق مختلفة: هي طريقة الفرد، والرش والطباعة.

٣- توصيف الأقطاب فيزيائياً وكهروكيميائياً ومقارنتها بأقطاب مرجعية .

النتائج

أظهرت نتائج الدراسة مايلي:-

١- تحضير الأقطاب الكربونية المسامية لنوع خلايا الوقود ذات الحمض الفسفوري باستخدام طريقة الفرد (Rolling)، حيث تم تركيبها في عدة خلايا أحادية واختبارها لفترات قصيرة وطويلة المدى (٢٠٠ - ١٠٠٠ ساعة). وقد تراوحت كثافة التيار الكهربائي ما بين ٦٠٠ إلى ١٠٠٠ ملي أمبير / سم٢، في حالة باستخدام الهيدروجين والأكسجين و ٢٥٠ إلى ٣٠٠ ملي أمبير / سم٢ في حالة استخدام الهيدروجين والهواء، وذلك عند ٥٢ر٠ فولت و ١٧٥ْم وضغط جوي واحد ، وتعد هذه النتائج مقاربة للنتائج التي تم التوصل إليها عالمياً .
كما تم تصميم وتنفيذ وتشغيل مصفوفة خلايا (٦ خلايا) بقدرة ٦٠ وات ولمدة ٣٠٠ ساعة بدون استخدام نظام تغذية حمض الفسفور. وقد تم زيادة حجم الأقطاب الكربونية بمساحات تتراوح ما بين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ سم٢ (١٢سم × ٢٠سم ، ٢٥×١٥ سم ، ٣٥ × ٢٥سم) بسماكة تتراوح ما بين ١٢٥ إلى ١٥٠ ميكرون، وذلك لمصفوفات بقدرات ١٠٠ وات و ٢٥٠ وات و ١٠٠٠ وات بالترتيب.

٢- بينت الدراسة تفوق التصميم المتعرج على التصاميم الأخرى عند استخدام الهيدروجين المرطب لنوع خلايا الوقود ذات غشاء تبادل البروتون.

٣- اظهرت نتائج ابتكار الطريقة (المهجنة) من طريقة الرش وطريقة الطباعة لتحضير أقطاب خلايا الوقود من نوع ذات غشاء تبادل البروتون، أداءاً أفضل من الطرق الأخرى (الرش والطباعة)، حيث تم الحصول على كثافة تيار كهربائي يصل إلى ٢ أمبير /سم٢ عند جهد ٠,٥ فولت، وتحت ضغط واحد بار.

٤- تعد النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذا النوع من خلايا الوقود أفضل من بعض نتائج الأبحاث العالمية .

٥- تم تحضيرأقطاب بنسب قليلة من البلاتين (المادة المحفزة) تبلغ حوالي ٢ر٠ ملجرام/سم٢مع الاحتفاظ بالمستوى العال من الأداء، وهذا بدوره سوف يقلل من تكلفة الإنتاج.

٦- أظهر استخدام محلول أكسيد البولي إثيلين (PEO) لأول مرة لتحضير مزيج الأقطاب والذي أداءاً جيداً مقارنة بالمواد التقليدية المستخدمة لهذا الغرض (الجلسرين) .

٧- تم نشر أكثر من ٢٠ ورقة علمية في دوريات ومؤتمرات متخصصة .

٨- أصبح المعهد في مقدمة المعاهد الأخرى في المنطقة في مجال خلايا الوقود .

٩- نتيجة لنشاط المعهد المتميز في هذا المجال ـ تم توثيقها بالأوراق العلمية المنشورة ـ فإنه قام بتقييم عدة مقالات ذات علاقة لدوريات متخصصة .

الخلاصة

استطاع معهد بحوث الطاقة تحقيق هدف المشروع في بناء قاعدة علمية لتقنية خلايا الوقود في المملكة. ويعمل المعهد حالياً على تنفيذ مشروع مشترك مع أرامكو السعودية لنوع ثالث من خلايا الوقود ـ نوع الأكسيد الصلب (Solid Oxide Fuel Cell-SOFC) ـ واختبار بعض أنواع الوقود المستخلص من الوقود السائل المنتج محلياً، وذلك كوقود لتشغيل خلايا الوقود.

علاقة التدخين بالوفاة المبكرة

أشارت دراسة يابانية أن التدخين أشد ضرراً بصحة الإنسان من ارتفاع نسبة الكلوسترول أو السكر أو ارتفاع ضغط الدم.

قام **ميشيوكي ماتسوزاكي** **(Michyuki Matsuzaki)** ـ الطبيب بمستشفى بلدية فوكاجوا في شمال اليابان ـ بتحليل بيانات الفحوصات الطبية لـ ٩٨ألف شخص تتراوح أعمارهم بين ٤٠-٧٩ سنة، خلال الفترة من ١٩٩٣ إلى ٢٠٠٣م، وقارن تلك البيانات بأسلوب حياتهم وأسباب الوفاة بينهم.

خلصت دراسة **ماتسوزاكي** إلى أن معدل الوفاة المبكرة للمدخنين الرجال كان أكثر بنسبة ٦٠٪ مقارنة بغير المدخنين، أما بالنسبة للنساء المدخنات فإن هذه النسبة ارتفعت إلى ٩٠٪ مقارنة بغير المدخنات. وتضيف الدراسة أن معدل الوفيات بين الرجال المدخنين في عمر أقل من ٦٤سنة كانت أكثر بـ ٢,١ مرة من معدل وفيات أمثالهم من الرجال غير المدخنين.

قارنت الدراسة بين خطورة ضغط الدم والسكر من جهة والتدخين من جهة أخرى، فأشارت إلى أن معدل الوفيات بسبب ضغط الدم يزيد بنسبة ٣٠٪ من معدل وفيات الاشخاص العاديين، أما معدل الوفيات بسبب ارتفاع السكر في الدم فإنه يزيد بنسبة ٥٠٪ من معدل وفيات الذين لا يعانون منه.

ويعلق **ماتسوزاكي** أنه يعتقد أن ٢٤٪ من حالات وفاة الرجال يمكن تجنبها ـ بإذن الله ـ بالإقلاع عن التدخين، وأن التدخين هو السبب الرئيس للوفاة المبكرة عند الرجال.

المصدر:

http://www sciencedaily com/ini/index nhn?feed=Science&article=UPI-1-20060602-06110200

عقار ضد البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية

قامت مجموعة من العلماء من مختبرات ميرك للبحوث في راهواي بنيوجيرسي في الولايات المتحدة: باكتشاف عقار يقضي على أنواع البكتيريا التي اكتسبت مقاومة للمضادات الحيوية. أطلق على العقار المذكور اسم بلاتنسي مايسين (Platensimycin)، وهو يقضي على أنواع البكتيريا المذكورة عن طريق تدميره لآلية تصنيع الأحماض الدهنية.

ويعلق **إيرك براون** **(Eric D. Brown)** أخصائي الأحياء الدقيقة في جامعة ماكما ستر في أونتاريو: إن هذا الاكتشاف رغم أنه في طوره الأول، إلا أنه مدهش وله مدلول كبير في جانب علمي شهد كثيراً من الإخفاقات. وبحسب إحصائيات مراكز مكافحة ومقاومة الأمراض في أتلانتا: فإن المستشفيات الأمريكية تسجل حوالي ٩٠ألف حالة وفاة سنوياً بسبب الأخماج (infections) الميكروبية، وأن حوالي ٧٥٪ من هذه الوفيات كانت بسبب الميكروبات المقاومة للمضادات الحيوية.

تقوم المضادات الحيوية ـ عادة ـ منذ اكتشافها قبل ٥٠عاماً بالقضاء على الميكروبات وفق أحد ثلاثة آليات: إما مهاجمة جدار الخلية، وإما مهاجمة الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA)، وإما ايقاف عملية تصنيع البروتين.

قام الكيميائي **شو سنغ** **(Sheo B. Singh)** وزملاؤه في مختبرات ميرك المذكورة بمسح ربع مليون مركب طبيعي مرشحة كعقار فعال ضد البكتيريا.

ويعلق **براون** أن توجه **سنغ** يبدو مقنعاً في ظل التحورات الكثيرة والمستمرة للميكروبات أثناء حربها بعضها مع بعض من أجل البقاء. ويضيف **براون** أن المركبات الطبيعية يمكنها أن تعمل كعقاقير لأنها تستهدف نقاط ضعف معينة في الميكروبات.

قاد مسح **سنغ** إلى اكتشاف عقار البلاتنسي مايسين (Platensimycin)، وهو عبارة عن جزيء صغير تنتجه بكتيريا الإستربتومايسس بلاتنسس المستخلصة (Strepto myces platensis) من تربة في جنوب أفريقيا. وقد أمكن لعقار البلاتنسي مايسين القضاء الفوري على مستعمرات بكتيريا الإستافيلوكوكس (Staphylococcus) وبكتيريا الإنتروكوكس (enterococcus) المعروفتين بمقاومة العقاقير مثل فانكو مايسين (Vanco mycin) وميثيسلين (Methicillin).

قام الباحثون في مختبرات ميرك بتجربة عقار البلاتنسي مايسين على فئران مصابة ببكتيريا ستافيلوكوكس أوريوس (Staphylococcus aureus)، حيث أمكن القضاء على البكتيريا المذكورة قضاء تاماً. ويذكر **براون** أن عقار البلاتنسي مايسين يختلف في بنيته عن المضادات الحيوية الأخرى حيث إنه يعطل عمل إنزيم خاص بالبكتيريا يطلق عليه فاب ف (Fab F)، المختص بإنتاج الأحماض الدهنية المغلفة لجدران خلايا البكتيريا. وبما أن إنزيم (Fab F) مختص فقط بالبكتيريا، فإن عقار البلاتنسي مايسين المنتج بواسطته لا يشكل خطورة على إنتاج الأحماض الدهنية في الثدييات؛ ولذلك فإنه قد يكون مضاد حيوي آمن للإنسان.

ويعلق **استيفن بروجان** **(Steven J. Projan)** ـ أخصائي الأحياء الدقيقة بكيمبردج في ماستشيوتس ـ أنه بالعمل الدؤوب والمستمر يمكن الكشف عن العديد من العقاقير الطبيعية التي يمكن أن تعطل إنتاج الأحماض الدهنية في الكائنات الدقيقة، وأنه آن الأوان لتجربة العقار المذكور على الإنسان بدلاً من اقتصارها على الفئران.

المصدر:-

http://www.sciencenews.org/articles/20060520/fob1.asp

الشباب الأكثر تعرضاً لإنفلونزا الطيور

أشارت دراسة لمنظمة الصحة العالمية أن الشباب أكثر تعرضاً للموت بانفلونزا الطيور مقارنة بكبار السن.

تم في الدراسة المذكورة تحليل بيانات خاصة بـ ٢٠٠ إصابة بانفلونزا الطيور، حيث اتضح أن معدل الوفيات في المصابين بالمرض كان أكبر بين الشباب الذين تتراوح أعمارهم ما بين ١٠سنوات إلى ١٩سنة، كما أنهم معرضون أكثر للموت بسبب المرض بنسبة ١٧٪ مقارنة برفقائهم من كبار السن.

تم مقارنة تلك الدراسة بما حدث في ١٩١٨ عندما اجتاح وباء الإنلفونزا أسبانيا، حيث أشارت التقارير آنذاك إلى أن الموتى بين ضحايا الإنفلونزا المذكورة كان عمرهم بين ١٩إلى ٣٠ سنة، بينما لم تسجل حالة وفاة بين من هم أكبر سناً.

وتضيف دراسة منظمة الصحة العالمية أن ٩٠٪ من حالات الإصابة بانفلونزا الطيور ـ عالمياً ـ كانت بين الأشخاص الذين تقل أعمارهم عن ٤٠سنة، وأن المرض كان أكثر انتشاراً في إندونيسيا وفيتنام، حيث وصل عدد الموتى بسبب المرض لهذا العام (٢٠٠٦م) إلى ثلاثة أضعاف عددهم في السنين الماضية.

المصدر:

http://www sciencedaily com/upi/index Dhn?feed=Science&article=UPI-1-20060702-12154700



مع القـــراء

قراءنا الأعزاء

لازال بريد المجلة يستقبل رسائلكم التي تذخر بعبارات الشكر والثناء على المجلة والقائمين عليها. ونحن إذا نقدر لكم هذا الإطراء الذي يخجل تواضعنا نؤكد لقرائنا الأعزاء أننا سنحاول أن نكون عند حسن ظنكم بنا وسنبذل كل جهد في الرقي بالمجلة حتى تسهم في نشر الوعي العلمي في عالمنا العربي.

الأخت الكريمة / رشا إسماعيل خليل - العراق

ببالغ الشكر تلقينا رسالتك التى تحمل فى طياتها الثناء العاطر على **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**، أما بخصوص المعلومات التى طلبتيها فقد أحلنا رسالتك إلى جهة الاختصاص، ونأمل أن يتحقق طلبك.

الأخ الكريم /مصطفي عشيبة - الجزائر

بكل فخر واعتزاز تسلمنا رسالتك التى تحمل فى طياتها وصفاً دقيقا لأهداف المجلة التى أشرت إليها في رسالتك . كما يسعدنا إفادتك بأننا لانهمل أية رسالة تصل الينا ونرد عليها بالطريقة المناسبة. أما بخصوص رغبتك الإشتراك في المجلة فإنه يسرنا إفادتك إدراج اسمك في قائمة الإهداءات ونأمل أن تصلك باستمرار .

الأخ الكريم /النذير جورى المكي - الجزائر

نشكرك على رسالتك ويؤسفنا تأخر وصول المجلة إليك لأسباب لانعلمها ، وسيتم تحديث عنوانك ونأمل أن يستمر وصولها اليك، وبدون تأخير، شاكرين تواصلك مع المجلة.

الأخت الكريمة / نوال باحوز - الجزائر

تلقينا رسالتك وفهمنا مضمونها، ويؤسفنا الاعتذار عن تحقيق طلبك لعدم توفره لدينا ، كما أنه ليس من إختصاصنا إهداء كتب ليست من إصداراتنا.

الأخت الكريمة / غدير محمد مبارك باحيد - جدة

يسعدنا نتقدم لك بالشكر الجزيل على ثنائك العاطر على المجلة ، كما يسعدنا إدراج اسمك في قائمة الإصدارات، ونأمل أن تصلك الأعداد القادمة بشكل متواصل.

الأخ الكريم/ شراديد الأخضر - الجزائر

يؤسفنا عدم استطاعتنا تزويدك بجميع الأعداد التي طلبتها لأنها غير متوفرة ، ولكن سنحاول تزويدك بالمتوفر منها، أما بخصوص المقال الذى أرسلت فيصعب نشره فى الوقت الحاضرلأنه كما تعلم المجله تتبع منهج الموضوع الواحد، ولن يتم إصدار أية أعداد تتعلق بالبيئة في القريب العاجل.

الأخت الكريمة /نبيلة صغراوي - الجزائر

نشكرلك ثنائك العاطر على المجلة، كما يسعدنا إفادتك بإدراج اسمك فى قائمة الإهداءات، وسنحاول تزويدك بالأعداد التى تغطي مواضيع فيزيائية حسب الإمكان.

الأخ الكريم/ عبد القادر الجيلاني نواري - الجزائر

نشكرك على رسالتك، ويسعدنا تواصلك معنا وسيتم بإذن الله تعالى تلبية طلبك وتغير عنوانك حسب ماذكرت في رسالتك.

الأخت الكريمة /عائشة محمد الحاج بو عافية - الجزائر

تسلمنا رسالتك ويسعدنا أن نكون أول مجلة تراسلينها، وسنحاول إدراج اسمك في قائمة الإهداءات حسب الإمكان وفي أقرب فرصة، ولك منا الشكر والتقدير.

الأخ الكريم /عامر حجازى - الجزائر

تلقينا رسالتك والنموذج المرفق بها، ويؤسفنا إفادتك بأن هذا ليس من اختصاصنا.

الأخ الكريم / رأس الواد فوزى - الجزائر

نشكرك على رسالتك، وسنحاول إدراج اسمك فى قائمة الإهداءات حسب الإمكان.


في
العدد المقبل
الأقمار الاصطناعية



وقود الهيدروجين (ص ٢٠)



مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية › السنة العشرون › العدد السابع والسبعون › محرم ١٤٢٧هـ/فبراير ٢٠٠٦م

الخيل

(الجزء الثالث)

- أمراض الأمهار
- طاعون الخيل
- الجراحة في الخيل

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهــاج النشـــر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة .

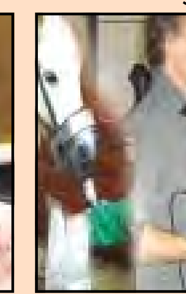
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

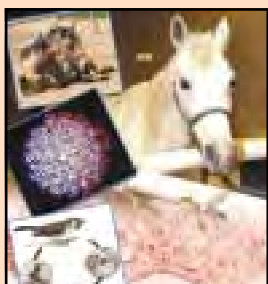
يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويــات العــدد

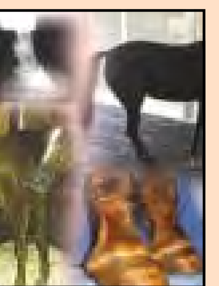


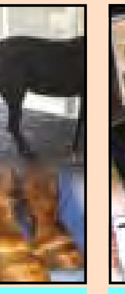
أمراض الجهاز التنفسي





الأمراض الفيروسية





الحمرة في الخيل



المراســــلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ (فاكس) ٤٨١٣٣١٣

البريد الإلكتروني : **jscitech@kacst.edu.sa**

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة

الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها



المشـرف العـام

د. صالـح عبد الرحمـن العـذل

نائـب المشـرف العـام ورئيـس التحريـر

د. عبد اللـه أحمـد الرشـيـد

هيئــة التحريــر

د. سليمـان بن حمـاد الخـويطر

د. عبد الرحمن بن محمد آل إبراهيم

د. دحـام إسمـاعيل العـاني

د. جـميل عـبد القـادر حفني

د. أحمد عـبد القـادر المهندس

د. محمد بن عـبد الرحمن الفـوزان

* * *



قراءنا الأعزاء

يسر القائمون على مجلة العلوم والتقنية ـ هيئة تحرير وسكرتارية وفنيون ـ أن يتقدموا للقراء الكرام بأحر التهاني وأطيب التمنيات بحلول مناسبتين عزيزتين على قلب كل مسلم، عيد الأضحى المبارك والعام الهجري الجديد، سائلين المولى القدير أن يعيدهما علينا وعليكم وعلى الأمتين العربية والإسلامية باليمن والبركات.

قراءنا الأعزاء

أهتم الإنسان قديماً وحديثاً بصحة الخيل، وعدها من أهم ما يملك، ومع أن استفادته منها ـ في الوقت الحاضر ـ أصبحت محصورة تقريباً بالرياضة والترفيه نتيجة لتطور وسائل المواصلات وآلات الحرب الفتاكة، إلا أن اهتمامه بها وبصحتها أخذ ينمو ويزداد، فقد وجد أنها تتعرض لكثير من الأمراض التي تختلف في شدتها وضررها ما بين الإعاقة المؤقتة والأمراض الوبائية التي تهدد حياتها وحياة جميع الخيل في المنطقة بمختلف أعمارها، وقد يتعدى ذلك إلى أفراد الفصيلة الأخرى. ولا تصيب هذه الأمراض جزءً معيناً من جسم الخيل، بل تصيب مختلف أجهزته وأعضائه الداخلية والخارجية، إضافة إلى تعدد مسبباتها، فقد تكون بكتيرية، أوفيروسية، أوطفيلية، أو غيرها من الحالات المرضية كالمغص الذي تتعدد مسبباته.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نختم هذا الموضوع بـ (الجزء الثالث من الخيل) باستعراض لأهم الأمراض التي تصيبها من خلال مسبباتها وطرق تشخيصها وعلاجها والوقاية منها، وهي كالتالي: أمراض الأمهار، وأمراض الجهاز التنفسي، والأمراض الفيروسية، وطاعون الخيل، والأمراض البكتيرية، والأمراض الطفيلية، والجراحة في الخيل، والأمراض الشائعة: مثل الحمرة في الخيل، ضعف الخصوبة في الأفراس، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،



العلوم والتقنية

سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
أ. حمد بن محمد الحنطي
أ. خالد بن سعد المقبس
أ.عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
أ. وليد بن محمد العتيبي

التصميم والإخـــراج

محمـــد علـي إسماعيـــل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

*****



نادي الفروسية

تم تأسيس نادي الفروسية رسمياً في عام ١٣٨٥هـ (١٩٦٥م) بأمر ملكي بعد إجازة أنظمته من وزارة العمل والشؤون الاجتماعية بهدف إقامة سباقات خيل تنافسية وإحياء رياضة الفروسية واستمر في ممارسة نشاطه بالملز الذي اكتسب اسمه من سباق ولزز الخيل الذي كان يتم منذ الخمسينات هجرية قبل إنشاء وزارة العمل والشؤون الاجتماعية التي أصبحت مرجعية للنشاطات الرياضية.

وقد ظل نادي الفروسية يقيم مسابقات الخيل منذ تأسيسه رسمياً، وكان يعي أهمية هذه الرياضة كجزء من الهوية الوطنية التي حافظت عليها المملكة باستمرار.

وقد مر نادي الفروسية بالكثير من التطورات، حيث جذب الانتباه وشد اهتماماً كبيراً إلى نشاط سباق الخيل والفروسية خاصة بعد أن أصبح أهم الأعضاء البارزين في عدد من الاتحادات الدولية:

١- الاتحاد العربي للفروسية.

٢- الاتحاد الدولي لأندية السباق.

٣- الاتحاد الآسيوي للفروسية..

وبعد ٤٠ عاماً من النشاط والتطوير المتوالي في تلبية رغبات الجمهور الذي أخذ ولعه بالخيل يتنامى باضطراد، لم يعد ميدان السباق بالملز يستوعب مقتضيات تقنيات البث والتحكم، ومن ثم قرر نادي الفروسية وبتوجيه من خادم الحرمين الشريفين **الملك عبدالله بن عبدالعزيز** رئيس نادي الفروسية عندما كان ولياً للعهد في عام ١٤١٠هـ، بإعداد الدراسات الأولية لوضع التصورات لبناء ميدان أرحب يفي بأغراض الفروسية وتطورها. تطلبت هذه الدراسة زيارات عدة لميادين سباق في مختلف أنحاء العالم بالولايات المتحدة وأوربا وشرق آسيا، كما تم التنسيق مع عدة مصممين ميادين سباق عالميين من مختلف أنحاء العالم حتى استقر الرأي على مكتب هندسي عالمي متخصص لوضع تصور أولي لمشروع مقر النادي، وقد قام خلال ثلاث سنوات بوضع مجموعة تصاميم للمشروع الجديد بالاستعانة بفريق عالمي من الاستشاريين.

وقد استقر الرأي على أن يكون المقر الجديد بالجنادرية، وأطلق عليه ميدان **الملك عبدالعزيز** للفروسية تخليداً لذكرى المؤسس الأول للمملكة.

يعد ميدان **الملك عبد العزيز** للفروسية مزيج من الماضي وأصالة وتقنية العصر ورمز حي للتراث والمجد التليد، كما يعد صرحاً عملاقاً ونقلة مهمة في جهود تطوير رياضة الفروسية، وإضافة كبيرة لمنجزات التنمية في قطاع الرياضة والشباب، ويعد المشروع هدية جديدة يقدمها راعي الفروسية الأول ورائدها خادم الحرمين الشريفين **الملك عبدالله بن عبدالعزيز** لهذه الرياضة، فقد كان صاحب الفكرة والقوة الدافعة وراء التخطيط والتنفيذ، وباكتمال هذا الميدان العالمي في مقاييسه ومواصفاته، والراقي في هندسته وتكامل مرافقه تكون الفروسية السعودية مؤهلة للانطلاق إلى آفاق أرحب وتطلعات أكبر نحو العالمية.

وقد قام بالتصميم مكتب هندسي عالمي متخصص تم اختياره من بين عدد من المكاتب التي تم تأهيلها وانتقاء أكثرها خبرة في تصميم ميادين السباق، وقد وضع تصور جذاب لمشروع النادي وميدان **الملك عبدالعزيز** للفروسية مستوحياً كثير من اللمسات التراثية لمباني المملكة وألوان الصحراء، حيث يغطي مساحة ٩ كيلو مترات مربعة.

أهداف النادي

يهدف النادي إلى تنمية هواية الشباب ممن له رغبة في مزاولة ركوب الخيل المتمثل في تشجيعهم على الاستمرار في هذه الهواية، حتى يصبحوا مدربين للخيل في الإسطبلات، ومن ثم تطوير ذلك حيث دعت إدارة النادي الهواة بدعم من خادم الحرمين الشريفين حينما كان ولياً للعهد، الذي أمر حفظه الله بوضع الحوافز المناسبة لتشجيعهم على الاستمرارية للوصول إلى الهدف المنشود من وراء هذه الهواية، حتى أصبح عدد منهم بصفة خيال محترف يشارك دولياً، وهناك العدد الأكبر ما يزال بصفة خيال متمرن يمارس هذه الهواية على ميدان **الملك عبدالعزيز** للفروسية بالجنادرية، وميادين المناطق الأخرى داخل المملكة في طريقة للاحتراف.

مكونات النادي

يتكون نادي الفروسية من الأقسام التالية:

● المكونات الرئيسية

تمثل المكونات الرئيسية الأجزاء التي لها علاقة مباشرة بالفروسية، منها:

* **مضمار السباق الرئيسي**، ويبلغ عرضه ٢٤م ومحيطه ٢٠٠٠م مع نهايتين مستقيمتين بطول ٦٠٠م، ويغطي المضمار

مساحة ٨٥٠٠متر مربع، مع سطح سباق ملائم لكل الأحوال الجوية ، وتوفير أجهزة إلكترونية للمراقبة الزمنية لأداء الخيول، وبإمكان المضمار الجديد استيعاب جميع مسافات سباق الخيل المعترف بها عالمياً.

* **مضمار التدريب**، ويوجد على المحيط الداخلي لمضمار السباق الرئيسي بمحيط حوالي ٢٠٠٠م وعرض ٢٠م..

* **أبراج التصوير والإنارة**، وعددها أربعة كل برج مزود بآلات تصوير مقامة في مواضع استراتيجية لالتقاط صور السباق عن كثب. إضافة إلى وجود إنارة غامرة على أحدث المستويات الفنية تمكن من إقامة السباقات والدورات التدريبية وبثها ليلاً طوال العام. كما توجد شاشة فيديو تبلغ مساحتها ٥٠متر مربع مع لوحتين لعرض المعلومات منصوبة أمام المنصة للبث المباشر لكل سباق.د

* **منصة رئيسية**، وتبلغ مساحتها تقريباً ١٧٠٠متر مربع، وتتكون من ٦طوابق تضم مرافق بث على أحدث التقنيات الفنية للمذيعين المحليين والأجانب، كما تشمل ٢٤مقصورة خاصة مع قاعة طعام ومدرجات مفتوحة تتسع لـ ٣٥٠٠مشاهد.

* **إسطبلات يوم السباق**، وتضم مرابط لـ ٦٠ خيل.

* **حظيرة تسريج الخيل**، وتضم ٢٤مربط خيل.

* **إسطبلات خاصة**، وتتسع لـ ٢٣٥٠ خيل.

* **حجرات أخذ العينات**، وتتكون من أربع حجرات لأخذ عينات البول مع مكتب للطبيب البيطري.

● الخدمات المساندة

يحتوي النادي على العديد من المرافق المساندة التي تساعد في تحقيق الأهداف التي أقيم من أجلها هذا النادي، ومنها ما يلي:

* **مبنى النادي**، وقد روعي فيه الفصل الكامل بين الأعضاء والعائلات، ويضم أماكن منفصلة مريحة وفخمة تشتمل على مطعمين وملاعب تنس وإسكواش ومسبحين وملاعب أطفال للألعاب الداخلية والخارجية، وصالات وغرف لتغيير الملابس، وملاعب بولنج، وغيرها.

* **الساحة المركزية**، وتبلغ مساحتها ٢٤٠ ألف متر مربع تضم شبكة من الأقنية والمناطق الترفيهية والبحيرات الصناعية، ومسارات الركض الترفيهي، وملاعب أطفال، ونافورة في الوسط يبلغ ارتفاعها١٦متر.

يمكن الوصول إلى هذه المنطقة من خلال نفقين ينفذان إليها من تحت مضماري السباق والتدريب. يربط النفق الأول(الشمالي) الإسطبلات الخاصة بمضمار السباق، ويستعمل لمرور الخيل وكذلك سيارات وآليات الصيانة. أما النفق الثاني (الجنوبي) فمعد للمشاة فقط، حيث يربط المناطق التجميلية التابعة لمبنى النادي بالساحة الداخلية المركزية، كما يستخدم لعبور كل من أعضاء النادي والجمهور.

* **مصدات الرياح**، وتحمي الجانب الشمالي الشرقي من المضمار ضد الرياح السائدة وهي عبارة عن حزام أخضر صناعي متواصل على ارتفاع ٢٥متر عن سطح الأرض الطبيعية. يتكون هذا الحزام من أشجار النخيل وأشجار من فصائل مختلفة، وغطاء من نباتات وأعشاب أرضية، ومسطحات نجيلية، وشبكة للري.

* **المسجد**، ويتسع لـ ٥٠٠مصلي.

* **مبنى الصيانة**، وتبلغ مساحته ٤٠٠٠متر مربع.

* **سكن العمال**، وهو عبارة عن مجمع من الوحدات السكنية تتسع ٣٠٠شخص.

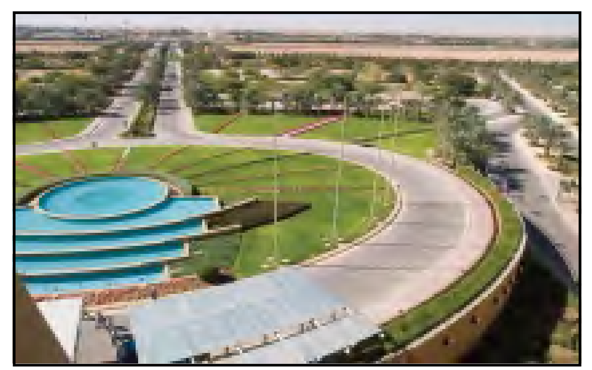
* **سكن العوائل**، ويتكون من ثلاثين وحدة سكنية مخصصة للموظفين المصحوبين بعوائلهم.

* **المواقف العامة**، وتتسع لـ ٢٠٠٠سيارة.

* **المشتل**، ويقع على مساحة تقدر بـ ٩٠٠متر مربع.

* **محطة تنقية المياه**، تعمل بطاقة إنتاجية مقدارها ٨٠٠٠متر مكعب يومياً.

* **محطة معالجة الصرف الصحي**، وتقوم بتنقية المياه لكي تستخدم في ري الحدائق.



● منظر عام للساحة المركزية.

إدارة النـــــادي

منذ بدايات تأسيس النادي تم اختيار مجلس إدارة النادي من قبل مؤسسي النادي أصحاب السمو الأمراء ومعالي الوزراء وكبار الشخصيات برئاسة خادم الحرمين الشريفين **الملك عبدالله بن عبدالعزيز**، وصاحب السمو الملكي **الأمير بدر بن عبدالعزيز** نائباً للرئيس وعضوية كل من:

- صاحب السمو الملكي **الأمير سلمان بن عبدالعزيز**.
- صاحب السمو **الأمير سلطان بن محمد بن سعود الكبير**.
- معالي الأستاذ **إبراهيم بن عبدالرحمن الطاسان**. أمين الصندوق
- معالي الدكتور **ناصر بن ابراهيم الرشيد**.
- معالي الأستاذ **حمد بن ابراهيم الرشودي**.
- سعادة المهندس **طارق بن محمد علي الشواف**. الأمين العام
- الأستاذ **راشد بن عبدالمحسن الزنيدي** مدير عام نادي الفروسية.

اللجـــان المشـــرفة

تتولى تسيير أمور النادي والإشراف عليه مجموعة من اللجان، حيث لعبت دوراً هاماً في تطوير السباقات والوقوف على متطلبات النادي والمساعدة في بناء كيان مستقبل الفروسية من جميع النواحي، منها: اللجنة العليا، واللجنة التنفيذية، واللجنة المالية والإدارية، ولجنة العلاقات العامة، ولجنة البرامج، ولجنة السباق والتحكيم، ولجنة التشبيه ومطابقة الأوصاف، واللجنة الطبية، ولجنة الميدان.



أمراض الأمهار

د. غانم محمد الغامدي

تفتقر الأمهار الحديثة الولادة إلى المخزون الكافي من الناحية الغذائية والوظيفية والمناعية، ولذا فإن أي مشكلة تمنعها من الحصول على الغذاء الكافي والمناعة المطلوبة ستنعكس سلبا على حالتها الصحية، وقد تكون قاتلة. كما أن هنالك عوامل أخرى قد تفاقم مثل هذه المشاكل، منها: نقص العناية البيطرية، وعدم متابعة المهر عند الولادة، والتأخر في تشخيص المشاكل الصحية، وعدم وجود العناية المركزة المناسبة أو ارتفاع تكاليفها.

هناك بعض الخصائص التي يجب توفرها في المهر لكي يتم وصفه بأنه سليم، من أهمها قدرته على استثارة الرضاعة خلال ٢٠ دقيقة، والوقوف خلال ساعة، والرضاعة خلال ساعتين، وأن تكون درجة حرارة جسمه بين ٣٧-٣٨ْم. يوجد الكثير من الأمراض الشائعة التي تصيب الأمهار، منها:

التسمم الدموي

يعد التسمم الدموي من أهم الأمراض التي تصيب الأمهار في الأيام الأولى من العمر، لكن لا تقتصر هذه المشكلة على وجود العدوى بالميكروب بل تتضاعف المشكلة بسبب استثارة الجهاز المناعي بشكل عالي مما ينتج عنه تغيرات في العمليات الحيوية والتوازن الدموي، ومن ثم قد تؤدي إلى شلل العديد من أعضاء الجسم. وحتى إذا تمكن المهر من تجاوز المرحلة الحرجة فقد تحدث له إصابات موضعية مثل التهابات الرئة، والمفاصل، والكبد، أو السحايا. وبالرغم من التقدم الهائل في التقنيات الطبية في غرف العناية المركزة، والذي انعكس بشكل ايجابي على نجاح العمليات العلاجية إلا أن مثل هذه الحالات لازالت تعد عقبات ملحوظة أمام الأطباء البيطريين أو ملاك الخيل.

● طرق العدوى

تحدث العدوى قبل الولادة من خلال المشيمة، أو قناة الولادة، أو من البيئة التي يولد فيها المهر بعد الولادة، حيث تدخل الميكروبات من القناة التنفسية أو الهضمية أو المشيمة أو الحبل السري. كما تساعد كثير من العوامل على حدوث مثل هذه العدوى، مثل وجود المهر في بيئة غير نظيفة، أو التهابات المشيمة التي قد ينتج عنها ولادة سابقة لأوانها، ونقص الأكسجين في الرحم، أو عسر الولادة أو الاختناق أثناء الولادة. كما تزيد قلة التهوية في مكان الولادة، والازدحام الزائد، ووجود بعض الميكروبات مثل السالمونيلا وغيرها من فرص العدوى.

● مسببات المرض

تأتي البكتيريا سالبة الجرام في مقدمة مسببات المرض، حيث تعد الإيشريشيا كولاى، والأكتينوباسيلاس، والسالمونيلا، والكليبسيلان، وكذلك الباستيريلا الأكثر أهمية. يأتي بعدها بدرجه أقل السودوموناس، واليستيريا مونوسايتوجينيس. كما تأتي البكتيريا التي تأخذ الصبغة الموجبة للجرام دوراً هاماً في هذه العدوى، وأهمها الكلوستريدياي بيرفورنجيز، والكلوستريدياي سيبتكم، والستربتوكوكس، والستافيلوكوكس أوريس في المرتبة الثالثة. كذلك يجب عدم إغفال دور الفيروسات مثل الهربز، الإنفلونزا، التهابات الشرايين الفيروسية في الإصابة بالمرض. وفي حالات نادرة قد تسبب الفطريات مثل الكانديدا بعض الالتهابات.

● الأعراض

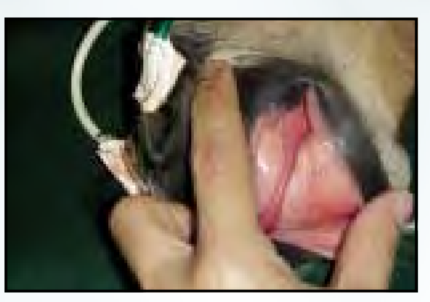
تعتمد الأعراض على طبيعة الجهاز المناعي، وطول فترة المرض، وشدته، وطريقة دخول الميكروب إلى الجسم، والأعضاء المصابة. يصعب في بداية المرض القول بوجود أي أعراض تدل على الإصابة بتسمم دموي، بل قد تتشابه مع أمراض أخرى، ومن أهم الأعراض ما يلي:

١- الضعف حيث يلاحظ على المهر قلة الحركة والنشاط، والنوم لفترات طويلة. كما يلاحظ عليه قلة عدد مرات الرضاعة والتي قد تصل إلى فقدان استثارة الرضاعة، وحدوث احتقان في الأغشية المخاطية مع سرعة إعادة امتلاء الأوعية الدموية في الأغشية المخاطية، وزيادة في ضربات القلب والتنفس، وتكون الأطراف دافئة، ويعاني المهر من تقلب في درجة حرارة الجسم.

٢- النزيف ويحدث - أحياناً - في اللثة، والعين، والأذن، وفي الأطراف بسبب تسرب الدم خارج الأوعية الدموية.

٣- تراكم الحليب في ضرع الأم لعدم رغبة المهر في الرضاعة، وقد ينزل من الضرع بشكل تلقائي. وفي حالة محاولة المهر الرضيعة فإن الحليب ينهمر بشكل زائد، مما يسبب تلطخ وجهه بالحليب.

٤- ضعف دفاعات الجسم خصوصاً المراحل المتقدمة من المرض، فقد تحدث صدمة إنتانية بسبب تغلب الميكروب على دفاعات الجسم، فيظل مستلقيا لفترات طويلة، ويصبح يعاني من جفاف، وضعف في النبض، وضعف في أداء القلب، مع زيادة في عدد ضرباته. كما تكون الأطراف باردة. وقد يحدث جفاف واحتقان للأغشية المخاطية وزيادة الوقت اللازم لارتواء الأوعية الدموية فيها. كما يقل نشاط الأمعاء مع عودة سوائل المعدة إلى الفم وانتفاخ البطن. يحصل إما إسهال أو إمساك مع مغص. كما قد يعاني الكبد من ضعف في



● احتقان الأغشية المخاطية لمهر مصاب بالتسمم الدموي.

أداء وظيفته مع ظهور أعراض الصفار.

٥ـ ضعف التنفس مع قلة وصول الدم إلى الرئة. وقد تزيد نفاذية الأوعية الدموية في الرئة مما يؤدي إلى صعوبة التنفس. وفي حال وصول المهر إلى هذه المراحل المتقدمة يصعب إنقاذه وإعادته إلى الحالة الطبيعية.

٦ـ نقص الجلوكوز نتيجة لاستهلاك البكتيريا لكميات كبيرة منه.

٧ـ نقص الجلوبيولينات المناعية ج (Immunoglobulin Gama-IgG)، حيث أن هناك تناسب بين نقصها وظهور أعراض التسمم الدموي. ومن النادر حدوث التسمم الدموي في الأمهار التي يزيد مستوى الجلوبيولينات المناعية في دمها عن ٨٠٠ ملجم/د ل إلا في حالات نادرة، مثل حدوث العدوى بالسالمونيلا داخل الرحم. يضاف إلي نقص الجلوبيولينات المناعية يحدث تغير في الرقم الهيدروجيني (PH) للدم نتيجة قلة البيكربونات مع زيادة مضطردة في عمليات الأيض والتي يصاحبها جفاف في الجسم وارتفاع معدل الكرياتينين في الدم.

● التشخيص

يتم تشخيص أمراض التسمم الدموي بعدة طرق، منها:ـ

* **تحليل الدم**، ويتم في المراحل الأولى من المرض حيث يكون معدل كريات الدم البيضاء في المعدل الطبيعي لكنه يرتفع مع زيادة نسبة الخلايا متعادلة الاصطباغ (Neutrophils) غير الناضجة والتي لا يخلو السيتوبلازما فيها من وجود الآثار السمية، ومع تقدم المرض يقل معدل كريات الدم البيضاء وتزيد الخلايا متعادلة الاصطباغ غير الناضجة مما ينذر بتطور المرض. كما يرتفع مستوى مولد الليفين (Fibrinogin) ليصل إلى ١٠٠٠ ملجم/د ل بدلاً من المعدل الطبيعي الذي لا يتجاوز ٤٠٠ملجم/د ل خاصة مع وجود التهابات في الرئة والمفاصل.

* **زراعة الدم**، وهي من أهم الخطوات للوصول إلى التشخيص المناسب. لكن يجب عدم انتظار نتيجتها للبدء في العلاج بالمضادات الحيوية واسعة الطيف. ويجب أخذ عينة الدم بشكل معقم وعناية فائقة وارسالها للزراعة البكتيرية الهوائية واللاهوائية واختبار الحساسية.

● العلاج

يتم علاج هذا المرض بالطرق التالية:

١ـ استخدام المضادات الحيوية القاتلة للبكتيريا لأن مناعة الأمهار في مثل هذا السن غير مهيأة للحماية الفاعلة، ويجب في البداية استخدام مضادات حيوية واسعة الطيف مثل البنسلين مع الجنتامايسين أو أميكايسين إلى حين الحصول على نتيجة الزراعة البكتيرية للتعرف على الميكروب المسبب والمضاد المناسب الذي يجب إعطاؤه لمدة كافية قد تصل عشرة أيام، وذلك في حالة الاشتباه في وجود تسمم دموي، وإلى أسبوعين في حالة عزل بكتيريا من المهر، وإلى الشهر في حال حدوث التهابات إضافية مثل التهابات الرئة. كذلك يمكن استخدام مركبات السيفالوسبورين، والتيتراسيكلين، ترايميثوبريمسلفوناميد، وكذلك الكلورامفينيكول.



● بعض الأدوية المستخدمة لعلاج التسمم الدموي عند الأمهار.

٢ـ إعطاء السوائل في الوريد بمعدل ٤٠–٨٠ مل لكل كجم من وزن المهر للحفاظ على أداء القلب والجهاز الدوري والكلى. وفي بعض الأحوال يتم إعطاء البلازما لمنع زيادة سيولة الدم وفي حالة وجود نقص في مناعة المهر. وهناك العديد من الأدوية الإضافية التي يمكن إعطاءها عند الحاجة، مثل: الدوبامين، ونورايبينيفرين، وأكسيد النيتروجين. كما يمكن إعطاء الديكستروز بحذر لمنع ارتفاع الجلوكوز في الدم. كذلك يجب الإشارة إلى مضادات الألم ومضادات الالتهاب مثل البانامين (فلونيكسين ميجلومين).

٣ـ تزويد المهر بالحليب إما عن طريق الرضاعة أو الأنبوب إلى المعدة مباشرة، بمعدل لا يقل عن ١٠٪ من وزنه على دفعات. وفي حال عدم قدرة المهر على الاستفادة من ذلك الغذاء يتم إعطاءه الغذاء كاملاً عن طريق الوريد، ويجب تقليب الأمهار التي لا تستطيع الوقوف من جانب إلى آخر لمنع حدوث مشاكل تنفسية، وإعطاؤها أكسجين بمعدل ٢–١٠ لتر في الدقيقة، وأحيانا تعطى أدوية لإزالة المخاط وتوسيع الشعب الهوائية.

الأمراض التنفسية

تصاب الأمهار بأمراض تنفسيه إما لأسباب تتعلق ـ أساسا ـ بالجهاز التنفسي مثل عدم اكتمال نمو الرئة. أو بسبب حدوث التهابات في أجهزة أخرى مثل التسمم الدموي.

تعد أمراض القناة التنفسية العلوية من الإصابات غير شائعة الحدوث في الأمهار، إلا أنها قد تتسبب في بعض الالتهابات الرئوية، وإعاقة الرضاعة بشكل طبيعي، وبالتالي تؤدي إلى سوء تغذية. ومن أهم الإصابات غير الشائعة العيوب الخلقية، مثل: انقباض القصبة الهوائية، وانتفاخ الكيس المجاور للبلعوم، وضيق فتحة الأنف، ووجود حويصلات في لسان المزمار، وانقلاب الحنك الناعم المؤدي إلى استسقاء واسترخاء الحنك والبلعوم والأنسجة المجاورة له.

كما أن هناك أمراض تصيب العضلات بسبب نقص بعض العناصر الغذائية أو بسبب زيادة البوتاسيوم في الدم نتيجة لوجود خلل في انتقال الأيونات عبر الغشاء الخلوي، أو بسبب التسمم بمادة البوتيوليزم.

● أنواع الأمراض التنفسية

من أهم الأمراض التي تصيب الجهاز التنفسي، ما يلي:

* **الالتهابات التنفسية**، ومن أهمها التهابات الرئة نتيجة لحدوث تسمم دموي، أو لضعف في المناعة نتيجة التهابات فيروسيه مثل الهربز، أو بسبب خلل في نقل المناعة إلى المهر. وهناك العديد من العوامل التي تساعد على حدوث العدوى، مثل عدم جاهزية الجهاز المناعي (فشل انتقال المناعة إلى المهر)، والضغوط البيئية المحيطة بالمهر، ووجود ميكروبات في بيئة المهر. إضافة إلى بعض العوامل المحيطة بالمهر، مثل: الحرارة الزائدة، قلة التهوية، زيادة الغبار والنشادر، والازدحام، وقلة النظافة في البيئة التي يعيش فيها. كما يمكن أن تحدث الإصابة في داخل الرحم أو أثناء عملية الولادة، أو من الحليب الملوث، أو من البيئة المحيطة بالحيوان.

يتم تشخيص الإلتهابات التنفسية عن طريق الزراعة البكتيرية للإفرازات الموجودة في القصبة الهوائية أو من الدم. كذلك يمكن أخذ عينة من أجل عزل الفيروسات، والتشخيص بواسطة الأشعة السينية.

يتم العلاج في البداية بالمضادات الحيوية الشاملة مثل البنسلين مع الجنتامايسين، وذلك لحين وصول نتائج الزراعة البكتيرية واختبار الحساسية. كما يمكن استخدام الأميكايسين أو السيفالوسبورين. ويجب التأكد من عودة نتائج تحليل الدم إلى الوضع الطبيعي قبل وقف العلاج بالمضاد الحيوي.

* **عدم اكتمال نمو الرئة**، ويحدث بسبب عدم وجود كميات كافية من خافض التوتر السطحي (Surfactant) الذي يتم إنتاجه بواسطة خلايا الرئة ويعمل على تقلص سمك جدار الصدر. كما يتسبب عدم اكتمال نمو الرئة في حدوث مشاكل تنفسية تصل بشكل تدريجي إلى فشل تنفسي لا تبدأ أعراضه بشكل واضح إلا بعد مرور يوم أو يومين. بعدها يبدأ المهر يعاني من صعوبة في التنفس. تزداد هذه الصعوبة مع مرور الوقت. وفي بعض الحالات تستطيع الأمهار المقاومة والعودة إلى الحياة الطبيعية.

يتم تشخيص المرض بناءاً على تاريخ الحالة، والأعراض المصاحبة، أو باستخدام الأشعة السينية، أما زراعة الدم البكتيرية فعادة ما تكون سالبة.

أما العلاج فيتم بتزويد المهر بالأكسجين، كما يمكن استخدام الهواء المضغوط وبعض التحضيرات الصناعية لمركبات خلايا التوتر السطحي التي تفيد في مثل هذه الحالات للمساعدة في تفتح القنوات التنفسية.

* **استنشاق غائط الجنين**، ويحدث نتيجة لخروج محتويات أمعاء الجنين إلى سائل السلى (السائل المحيط بالجنين في رحم الأم لحمايته من الصدمات)، وبالتالي يؤدي استنشاقه من قبل الجنين قبل الولادة أو بعدها مباشرة إلى اختناق الجنين أو انسداد الحبل السري



● مركبات خلايا التوتر السطحي لعلاج أمراض الجهاز التنفسي .

يتم تشخيص المرض من خلال معرفة تاريخ بداية المرض، ومن تلوث سوائل الولادة بغائط الجنين. وتلوث المهر بهذه الإفرازات، كما يمكن تشخيصه باستخدام الأشعة السينية.

يعالج المرض بشفط الشوائب خاصة أثناء الولادة والمهر لا يزال في قناة الولادة قبل تمكنه من التنفس. وفي حالة عدم التمكن من ذلك يتم إجراء عملية الشفط تحت الاحتياطات التعقيمية المناسبة. ويفضل إعطاء المهر الأكسجين، ومحلول دي. ام. اس. اوه. (D.M.S.O) في الوريد بتركيز ١٠٪ وجرعة ٠,٥-١ جم لكل كجم. ويمكن استخدام المضادات الحيوية التي تساعد في منع الالتهابات البكتيرية.

* **احتباس الهواء في الصدر**، وتعد من الحالات النادرة التي قد تحدث عند وضع المهر تحت الأكسجين، أو عند وجود ضغط زائد للهواء، وقد يحصل تمزق في الحويصلات الهوائية فيخرج بعدها الهواء إلى سطح الغشاء المغطي للرئة، وقد يتراكم في التجويف الصدري.

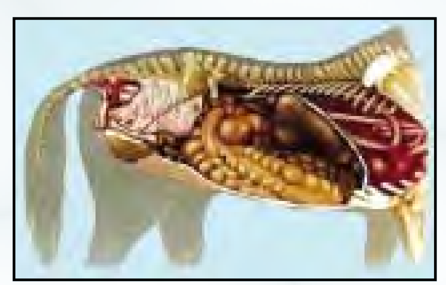
تتمثل أعراض المرض في صعوبة في التنفس، وازرقاق الأغشية المخاطية، وانخفاض نسبة الأكسجين في الدم بالرغم من أن المهر تحت العلاج به.

يتم علاج المرض بالإبقاء على المهر في هدوء تام دون أي استثارة، كما يمكن سحب الهواء من خلال عمل فتحة في جدار الصدر.

* **زيادة معدل التنفس**، وهي من الحالات النادرة التي قد تحدث لبعض الأمهار في المناطق الحارة والرطبة خاصة ذات الأصل العربي، أو الثارابريد. حيث يحدث ارتفاع في معدل التنفس مع زيادة في درجة الحرارة والتي قد تصل إلى ٤٢ْم. وقد لا تحتاج هذه الحالات إلى أي عناية خاصة مادام أنها لا تعاني من أي التهابات بكتيرية، بل يكتفى بوضع المهر في مكان بارد.

أمراض الجهاز الهضمي

يصاب جهاز المهر الهضمي كغيره من الحيوانات ببعض الأمراض ، منها:



● الجهاز الهضمي للمهر.

● انتفاخ البطن

يعد انتفاخ البطن مع الآلام التي يسببها من أكثر الحالات المرضية صعوبة على الطبيب البيطري، وذلك لتعدد المسببات، وتداخل العلاج. حيث أن بعض هذه الحالات تحتاج إلى الجراحة بينما يمكن علاج البعض الآخر بالأدوية.

من أهم مسببات انتفاخ البطن الإمساك، والتهاب الغشاء المبطن للبطن، والتسمم الدموي، وانفتاق المثانة والفتاق في الأرب أو الكيس الصفني، والقرحة في الأمعاء أو الإثني عشر، والتهابات الأمعاء البكتيري، مثل الكوليستريديم، وكذلك ضمور الفتحة الإخراجية.

تعتمد أعراض المرض على طبيعة المسبب. فقد يعاني المهر من ألم، وإسهال، وصعوبة في التبول، أو نقص في كمية البول، ويؤدي انتفاخ البطن إلى ارتفاع في ضربات القلب والتي قد تزيد عن ١٥٠ ضربة في الدقيقة. وقد يعاني المهر من نقص في عدد كريات الدم البيضاء وتغير في كيميائية الدم، مثل ارتفاع البوتاسيوم، ونقص الصوديوم.

يتم تشخيص انتفاخ البطن من خلال الوسائل التالية:

١- التاريخ المرضي للحالة، ويشتمل على معرفة ظروف الحمل، والأدوية التي أعطيت للمهر عقب الولادة خاصة المهدئات، وتحديد إذا كان يعاني من إسهال، ويجب معرفة العمر بشكل دقيق حيث أن حالات الإمساك تحدث في المهر في اليوم الأول والثاني بينما تحدث أعراض تمزق المثانة في اليوم الثالث. كما يمكن استخدام الأشعة السينية التي قد تساعد على إظهار انتفاخات الأمعاء ووجود سوائل في البطن وطبيعة محتوى الأمعاء.

٢- الموجات فوق السمعية والتي توضح امتلاء الأمعاء الدقيقة أو الغليظة بالسوائل، ووجود الطفيليات مثل أسكاريدي، وتداخل

الأمعاء وانسدادها، ووجود سوائل في تجويف البطن. كما توضح طبيعة حركة الأمعاء (إما زائدة أو ناقصة)، كما يمكن من خلالها تحديد سمك جدار الأمعاء. ويدل وجود أمعاء منتفخة ومليئة بالسوائل على التهاب في الأمعاء أو انسدادها.

٣- تحليل سائل البطن بعد استخدام الموجات فوق السمعية والتي ستوضح المكان المناسب لسحب السائل، ويجب الحذر عند سحب السائل خاصة عند وجود انتفاخ في الأمعاء، لأن ذلك قد يؤدي إلى جرحها. وفي العادة يكون لون السائل أصفر شبيه بالبول في حالة تسرب البول إلى البطن. يؤدي التحليل إلى معرفة طبيعة الخلايا الموجودة وعددها (والتي لا تتعدى ١٥٠٠ خليه للميكرولتر في الحالات الطبيعية) وكذلك معرفة تركيز البروتين.

● الإمساك

يعد الإمساك من أهم أسباب المغص في الأمهار حديثة الولادة، خاصة في اليوم الأول والثاني من العمر.

* **الأعراض:** وتتمثل فيما يلي:

١- المحاولات العديدة للتبرز مع الجهد الزائد وانحناء الظهر.

٢- الآلام وعدم الراحة مع الحركة الزائدة للذيل.

٣- زيادة بعض هذه الأعراض بعد الرضاعة لأنها تؤدي إلى استثارة الحركة في فتحة الإخراج.

٤- حدوث انتفاخ زائد للبطن حسب طبيعة الحالة وعدم المبادرة في العلاج.

* **التشخيص:** ويتم من خلال التاريخ المرضي والفحص السريري. كما يمكن استخدام الموجات فوق السمعية والأشعة السينية.

* **العلاج**، ويتم بالطرق التالية:

١- استخدام مسكنات الألم مثل فلينكسين ميجلومين (بنامين) بجرعة ٠,٢٥-٠,١ مج لكل كجم.

٢- الحقنة الشرجية باستخدام الماء الدافئ والصابون.

٣- استخدام السوائل في الوريد.

٤- رضاعة المهر.

● البول في البطن

يحدث هذا المرض بسبب عيوب خلقية مثل عدم قفل السطح العلوي للمثانة البولية أثناء الحمل. كما يمكن أن يحدث بسبب الضغط الزائد على المثانة وهي ممتلئة أثناء الولادة، أو بسبب عدوى في المثانة أو الحالب، أو في بعض الحالات التي تعاني فيها الأمهار من أمراض أخرى التي ينجم عنها امتلاء زائد للمثانة ومن ثم انفتاقها. كما يحدث ذلك في الأمهار المصابة بتسمم البوتيوليزم.

* **الأعراض**، وتظهر عادة بدءاً من اليوم الثالث، وتشتمل على:

١- محاولة المهر التبول بشكل مستمر لكن مع خروج كميات محدودة من البول.

٢- معاناة المهر من المغص وفقدان الرغبة في الرضاعة.

٣- انتفاخ البطن وضعف عام مع ارتفاع في ضربات القلب والتنفس.

٤- ضعف عام وهبوط في الدورة الدموية في حال استمرار الحالة.

٥- حدوث تغيرات في مكونات الدم الكيميائية أهمها ارتفاع في الكرياتينين واليوريا والبوتاسيوم ونقص الصوديوم والكلور.

* **التشخيص:** ويتم من خلال ما يلي:

١- التاريخ المرضي والفحص السريري.

٢- الفحص باستخدام الموجات فوق السمعية باستخدام مجس بتردد ٥-٧,٥ ميجاهيرتز.

٣- التأكد من وجود السائل في البطن وفحص المثانة التي تكون عادة صغيرة ومنكمشة.

٤- فحص سائل البطن والذي عادة يحتوي على ارتفاع الكرياتينين، ونقص في الجاذبية النوعية.

٥- عد خلايا الدم البيضاء حيث تدل زيادتها على التهابات الأغشية المبطنة للبطن.

* **العلاج**، ويتم عادة التعامل مع هذه الحالات جراحيا مع الأخذ في الاعتبار الحالة العامة للمهر.

● تراكم السوائل والغازات في الأمعاء

يحدث تراكم السوائل والغازات في أمعاء الأمهار التي تخضع للعناية الطبية بسبب أمراض أخرى. حيث يحدث مغص وانتفاخ في الأمعاء، ولم يعرف حتى الآن كيفية حدوث هذه التغيرات في الأمعاء.

* **الأعراض**، وتتمثل فيما يلي:

١- انعدام أصوات الأمعاء.

٢- انتفاخ البطن.

٣- عدم الرغبة في الرضاعة.

٤- عودة السوائل من المعدة.

٥- نقص البوتاسيوم والكالسيوم والأكسجين الذي يصل إلى جدار الأمعاء.

٦- حدوث التهابات للأغشية المبطنة للبطن مع التهابات في الأمعاء (بسبب عدوى ببعض الميكروبات مثل فيروس روتا، السالمونيلا او الكوليستريديا).

٧- انسداد الأمعاء أحيانا.

* **التشخيص**، ويتم باستخدام الأشعة السينية حيث تظهر الأمعاء ممتلئة بالهواء ولربما أوضحت مكان الانسداد. كما يمكن استخدام الموجات فوق السمعية والتي تبين حركة الأمعاء، ومحتواها إضافة إلى سماكة جدار الأمعاء وطبيعة الانسداد.

* **العلاج:** ويتم باستخدام أنبوب المعدة لإزالة الهواء والضغط. وحسب الحالة يمكن التقليل أو منع الطعام عن المهر عبر الفم مادام أن هناك إرجاع. يمكن في بعض الأحوال إعطاء الغذاء كاملا عن طريق الوريد بمعدل ١٠٪ من الوزن يوميا، وإعطاء الحقنة الشرجية. ويمكن في الحالات الحرجة وفي أضيق الحدود استخدام آلة حادة عبر الجلد لإزالة الضغط والهواء.

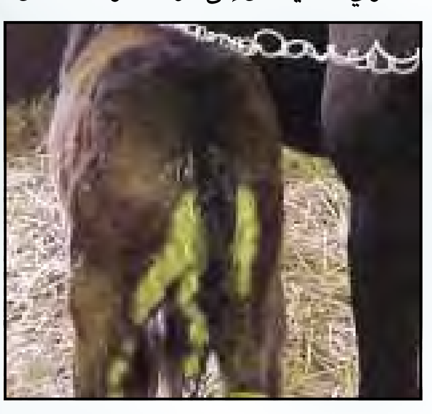
● الإسهال

يعد الإسهال من أكثر الأمراض شيوعا في الأمهار والتي تتعدد طبيعته بتعدد مسبباته.

* **مسبباته**، ومن أهمها ما يلي:

- **بكتيريا الكوليستريديم**، وخاصة نوع البيرفورينجيز (إيه، بي، سي)، وكذلك الكوليستريديم سيبتكم، الكوليستريديم ديفسيليس التي قد تسبب إسهالا مصحوبا بالدم، ولربما نجم عن ذلك موت المهر خلال يومين من العدوى. كما تسبب هذه البكتيريا نقص في الخلايا متعادلة الاصطباغ والخلايا اللمفاوية، كما قد يرتفع مولد الليفين مع نقص في الزلال.

- **السالمونيلا**، ومن أهم أنواعها السالمونيلا تايفميوريم، أو السالمونيلا سانت بول. وتتمثل أهم أعراضه في ضعف، وإسهال، وجفاف، ومغص، وتسمم دموي قد يصل إلى الرئة، أو المفاصل،



● الإسهال مشكلة شائعة عند الأمهار.

أو العين أو الكلية. كما قد يحدث نقص في عدد الخلايا متعادلة الاصطباغ في الدم مع وجود تغيرات سمية في السيتوبلازم (والذي يعتبر مؤشر سلبي).

- فيروس روتا، وهو من أهم أسباب الإسهال في الأمهار التي يقل عمرها عن الشهرين. وقد يسبب الإسهال إما منفرداً أو بالتزامن مع عدوى بكتيرية. كما يسبب تلف للخلايا المناعية المبطنة للأمعاء مما يجعل الأمعاء غير قادرة على أداء وظيفة الامتصاص.

تتمثل أعراض المرض في فقدان الشهية ونقص الوزن، وإسهال، وهزال، وجفاف، وضعف، وفي بعض الحالات النادرة نفوق المهر.

تحدث العدوى عادة من أحد الحيوانات البالغة الذي لا يظهر عليها أعراض المرض، أو من مهر يفرز الفيروس بشكل متقطع. يتصف الفيروس بأنه قادر على البقاء حيا في البيئة مدة تصل إلى ستة أشهر. وللقضاء عليه يجب استخدام مركبات الفينول المطهر.

يتم تشخيص المرض باستخدام المجهر الإلكتروني. أما العلاج فيتم باستخدام السوائل اللازمة في الوريد، وفي حال وجود عدوى بكتيرية يستخدم المضاد الحيوي المناسب.

- الطفيليات، ومن أهمها :

١- سترونجايل ويستري، وتسبب العدوى في الأمهار عن طريق الحليب، ويمكن علاجها باستخدام ايفرماكتين ٢٠٠ مج لكل كجم، ثايوبندازول ٥٠ مج لكل كجم، كامبيندازول ٢٠ مج لكل كجم أو الأوكسيبيندازول ١٠ مج لكل كجم.

٢- سترونجايل فلجاريس، وتسبب إسهالاً مصحوباً بالألم في البطن والجدار المبطن للبطن.

٣- الكريبتوسبوريديم، وتصيب الأمهار من عمر الشهر إلى الستة أشهر وتقل أهميتها في الأمهار عند سن الفطام أو عند بلوغ السنة الأولى من العمر.

٤- الجيارديا، وتسبب الإسهال.

* **أنواع الإسهال**، ويوجد له عدة أنواع منها ما يلي:

١- الإسهال الشبقي في الأمهار، ويحدث في الامهار التي تتراوح أعمارها من أسبوع إلى أسبوعين. ويواكب هذا التوقيت حدوث دورة الشبق الأولى بعد الولادة في الأم، لكن لا يوجد علاقة بين الشبق في الأم والإسهال في المهر، لأنه قد يحدث حتى في الأمهار التي تربى بعيداً عن أمهاتها. ولم يتم تحديد أي مسبب ميكروبي له، لكن قد يكون هنالك تغيرات لطبيعة الميكروبات الموجودة في الأمعاء، حيث أن المهر يبدأ في هذه السن بمحاولة استكشاف ما حوله وتناول بعض محتويات البيئة المجاورة.

قد لا تظهر أي أعراض على المهر أو ربما تكون خفيفة، مثل ارتفاع درجة الحرارة، والضعف العام، وقلة الرضاعة، وقد تصل إلى فقدان السوائل والإسهال. في أغلب الأحوال قد لا تحتاج الأمهار التي تعاني من أعراض خفيفة إلى أي تدخل علاجي، لكن في حال فقدان كميات من السوائل يجب إعطاء المهر السوائل المناسبة، إما عن طريق الفم أو الوريد.

٢- الإسهال الغذائي، ويحدث في الأمهار التي تحصل على كميات كبيرة من الحليب، وخاصة إذا تم فصلها لبعض الوقت عن أمهاتها، وكذلك الأمهار التي يتم تغذيتها على منتجات مصنعة ويتم إعطاءها كميات زائدة عن حاجتها، ويعود السبب في ذلك إلى بقاء كميات زائدة من الحليب في القولون لفترة طويلة من الزمن فيتخمر. كما أن حدوث تغير للضغط الأسموزي داخل الأمعاء يمكن أن ينتج عنه التهابات تؤدي إلى تهتك جدرانها.

* **تشخيص الإسهال**، ويتم ذلك بأحد الطرق التالية:

١- تحليل البراز لمعرفة المسبب له.
٢- تحليل للدم حيث أنه في حالة وجود التهابات بكتيرية قد يحصل انخفاض في عدد كريات الدم البيضاء خاصة النيتروفيلز مع وجود علامات سمية.
٣- تحليل الدم والتعرف على مستوى مركبات اليوريا والكرياتينين فيه والتعرف على عمل الكلى.
٤- تحديد معدل الصوديوم والذي يكون عادة أقل من المعدل المطلوب.
٥- قياس مستوى البيكربونات.
٦- استخدام الموجات فوق السمعية لمعرفة ما إذا كان هناك التهابات في الأمعاء أو انسداد.

* **علاج الإسهال**، وذلك وفقاً لما يلي:

١- إعطاء السوائل المناسبة إما عن طريق الفم أو الوريد.
٢- استخدام المضادات الحيوية.
٣- تناول الجلوكوز عند الحاجة.
٤- منع المهر من الرضاعة في الحالات التي تسببها الكوليستريديا.
٥- استخدام مركبات البيسمث، أو الكولين أو البكتين لحماية الأمعاء.
٦- حماية المعدة من القرحة باستخدام رينيتدين والسيماتيدين.
٧- إعطاء البلازما في حال فقدان كميات كبيرة من البروتين.
٨- استخدام المضادات الحيوية الشاملة مع مراعاة حالة السوائل في الجسم.

الأمراض المناعية

تتعرض الأمهار لعدد من الأمراض الناجمة عن فقد أو ضعف المناعة، منها:

● فشل انتقال المناعة

يحدث فشل انتقال المناعة بسبب أن الأمهار الصغيرة في البداية عديمة الخبرة ولم يسبق لها إنتاج أي أجسام مناعية أو مناعة خلوية، ولم تحصل على أي أجسام مناعية خلال فترة الحمل عن طريق المشيمة، و يحتاج بناء دفاعاتها المناعية إلى حوالي الشهرين لبلوغ المستوى الفاعل. وحيث أنها تعيش في بيئة لا تخلو من الميكروبات فإنها تحتاج إلى وسيلة حماية، ولذا فإن الوسيلة الوحيدة للحصول على هذه المناعة هي من خلال اللبأ الذي تنتجه الأم في الأيام الأخيرة من الحمل ويحوي على تركيز عالي من الأجسام المناعية. كما أن القناة الهضمية قادرة على امتصاص الأجسام الكبيرة مثل الأجسام المناعية عن طريق ما يسمى بالاحتشاء الخلوي (باينوسيتوزوز) ولكن لفترة محدودة لا تتجاوز اليوم الواحد.



● الرضاعة الطبيعية تحمي المهر من الأمراض المناعية.

* **أسبابه**، وتتمثل فيما يلي:

١ـ حصول المهر على لبأ لا يحتوي على الكمية الكافية من الأجسام المناعية.

٢ـ عدم حصول المهر على الكمية الكافية من اللبأ.

٣ـ فشل الأمعاء في امتصاص الكمية الكافية من اللبأ.

٤ـ بعض العوامل التي تؤثر سلبا على جودة اللبأ ومنها كبر سن الفرس، وبالتالي لا تستطيع إنتاج لبا يحتوي على الأجسام المناعية، أو الولادة المبكرة، وبالتالي لم يأخذ الوقت الكافي لإنتاج اللبأ، أو فقدان اللبأ قبل الولادة بسبب عيب في الحلمات، وبالتالي (وعند الحاجة للبأ) لا يوجد ما يكفي منه بعد الولادة.

٥ـ عدم حصول المهر على الكمية المطلوبة من اللبأ، منها وفاة الأم، رفض الأم للمهر وأخيرا ولادة مهر ضعيف غير قادر على الرضاعة.

* **الأعراض:** ويصعب تحديدها، لكنها عادة تعكس طبيعة المشاكل الناجمة عن ذلك فشل المناعة. ومن أهم المشاكل التسمم الدموي، والتهابات المفاصل، والتهابات الرئة، والتهابات الأمعاء.

* **العلاج:** ويتوقف على طبيعة الحالة، والبيئة التي يعيش فيها المهر، وعمره، والحالات الناجمة. ففي الحالات التي يتوقع فيها حدوث الفشل (مثل الفقدان المبكر للحليب، وتيتم المهر) يجب إيجاد مصدر بديل وجيد للبأ. يحتاج المهر الذي يزن ٤٥ كجم إلى ٢ـ٣ لتر من اللبأ تعطى عن طريق الفم خلال الاثنتي عشرة ساعة الأولى. ويمكن في حالة عدم وجود لبأ من أصل خيلي إعطاء لبا البقر بالرغم من عدم جودة الأجسام المناعية التي يحملها. وفي حالة عدم التمكن من إعطاء اللبأ إلى المهر في الوقت المناسب فإنه يجب إعطاؤه البلازما بمعدل ٢٠ مل لكل كجم. أيضاً يمكن استخدام بلازما من مصادر تجارية معروفة، لكن ذلك لا يخلو من سلبيات أهمها أن الأجسام المناعية الموجودة فيها قد لا تحمي المهر ضد الميكروبات المحلية التي توجد في بيئته. لكن من أهم مميزاتها أنها لا تحمل أجسام مناعية ضد خلايا الدم الحمراء، كما أنها خاليه من فيروس الأنيميا المعدية، وكذلك فهي معلومة وعالية التركيز.

* **الوقاية**، وتتم عن طريق تحديد الأمهار التي تفقد اللبأ قبل الولادة، ومتابعة المهر عند وبعد الولادة، وتحليل مستوى المناعة، وإنشاء بنك محلي في المزرعة من اللبأ، والذي يمكن حفظه عند درجة حرارة ٢٠ْم تحت الصفر ولمدة عام كامل.

● تكسر كريات الدم الحمراء

يحدث تكسر كريات الدم الحمراء نتيجة لوجود أجسام مناعية في الدورة الدموية للمهر مصدرها الرئيسي الأم حصل عليها المهر من خلال اللبأ. وتعد هذه الحالة من الحالات النادرة في الخيول لا تتعدى ١٪ في الثارابريد و٢٪ في الستاندردبريد.

* **الأسباب**، وتتمثل فيما يلي:

١ـ نقل دم إلى الفرس وبالتالي تنتج أجسام مناعية ضده.

٢ـ وصول دم الجنين إلى الأم عبر المشيمة وبالتالي تنتج الأم أجسام مناعية ضده. يتم تركيز هذه الأجسام في اللبأ، وعندما يرضع المهر اللبأ تمتص هذه الأجسام من خلال الأمعاء لتصل إلى الدم حيث تواجه خلايا الدم الحمراء وتحطمها.

* **الأعراض**، تولد الأمهار عادة سليمة، لكن بعد امتصاص اللبأ تبدأ الأعراض بالظهور. يحدث في الحالات الحادة إصفرار للأغشية المخاطية، وتزيد نسبة الهيموجلوبين في الدم والبول. أما الحالات شديدة الخطورة فيمكن أن تسبب موت المهر قبل ظهور أية أعراض سريرية عليه. وقد يعاني المهر من ارتفاع في معدل التنفس وصعوبته. كما ترتفع ضربات القلب. ويعاني المهر من آثار فقر الدم مثل نقص عدد الكريات الحمراء، وارتفاع البيلوروبين في الدم.

* **التشخيص**، ويتم عن طريق اختبار التلازن (اقلوتيناشن) أو اختبار كومبز.

* **العلاج**، ويتمثل في الراحة التامة للمهر وعدم تعريضه لأي جهد أو الجري خلف الأم، مع إعطائه سوائل كافيه في الوريد لمنع أي مخاطر تضر بالكلى. ويمكن نقل الدم إليه لكن عند نزول الـ (بي سي في) إلى مستوى ١٠-١٥٪. وقد يحتاج إلى غسل كريات الدم الحمراء بمحلول فسيولوجي للتقليل من آثار أي أجسام مناعية. وفي النهاية يتوقف وضع المهر على كمية الأجسام المناعية التي امتصها وسرعة ظهور المرض وشدة الأعراض.

* **الوقاية**، وتتم بالتعرف على الأفراس التي قد تكون في حال الخطر، وخاصة التي تحمل فصيلة (AA) أو (QA). حيث يتم مزاوجتها مع فحول سالبة لهذه الصفة. وفي حال وجود أجسام مناعية مضادة للخلايا الحمراء تحملها الفرس قبل الولادة يجب متابعة مستوى هذه المضادات في اللبأ ومن ثم إن وجدت يمنع المهر من ذلك اللبأ ويعطى البديل المناسب.

● اللاسونيا انتراسيليولاريس

اللاسونيا انتراسيليولاريس عبارة عن بكتيريا تسبب الإسهال والضعف ونقص النمو وفقدان البروتين في الأمهار الأكبر سنا وبالتحديد الأمهار في سن الفطام من ٣-١٢ شهراً. وقد تم وصف المرض في أمريكا الشمالية، لكن عدم وصفه في غيرها من مناطق العالم لا يعني بالضرورة خلو تلك المناطق من المرض.

* **الأعراض**، وتتمثل في ضعف النمو، والإسهال، وارتفاع درجة الحرارة، ومغص مع فقدان الشهية واستسقاء في المناطق السفلية من الجسم. كما يعاني المهر من نقص في مستوى الجلوكوز، والصوديوم، والبروتين في الدم خاصة الزلال، بينما يرتفع مولد الليفين، ويزداد عدد الخلايا متعادلة الاصطباغ. وتسبب هذه البكتيريا زيادة ملموسة في سمك جدار الأمعاء خاصة الدقيقة.

* **التشخيص**، للأسف لا توجد وسيلة فاعلة للتشخيص في الأمهار الحية. بل يعود ذلك إلى مقدرة الطبيب البيطري على قراءة نتائج التحاليل المخبرية ومقارنتها بالحالة السريرية للمهر. و يمكن إجراء اختبار مصلي لمعرفة الأجسام المناعية في الدم، أو استخدام التفاعل البوليميري التسلسلي للبراز أو استخدام الموجات فوق السمعية لمعرفة سمك الأمعاء.

* **العلاج**، ويتم باستخدام الاريثرومايسين مع الريفامبين، أو استخدام الكلورامفينيكول. كما يحتاج المهر إلى السوائل المناسبة في الوريد، وقد يحتاج إلى نقل البلازما.



● مهر يعاني هزال شديد نتيجة لإصابته باللاسونيا.



تظهر على الخيل العديد من العلامات التي تدل على وجود علل تنفسية ومنها: العطاس، والكحة، وازدياد عدد مرات التنفس، ووجود صعوبة عند التنفس، ووجود افرازات ونزيف من الأنف. إضافة إلى الأعراض الدالة على الالتهاب، مثل الضعف، ونقص أوفقدأن الشهية، واحتقأن الاغشية المخاطية، وارتفاع درجة الحرارة. وهناك علامة هامة لكنها ليست خاصة بالجهاز التنفسي، مثل نقص اللياقة الرياضية.

وتختلف أعراض ومسببات وطرق علاج أمراض الجهاز التنفسي للخيل حسب الجزء المصاب، وذلك كما يلي:

التهابات الرئة

تختلف التهابات الرئة في الخيل والأمراض التي تصيبها حسب المسبب لها، وذلك كما يلي:

● الالتهابات البكتيرية

تتعرض الرئة في الخيل لالتهابات بكتيرية في جميع مراحل حياتها، ويمكن توضيح تلك الأمراض حسب العمر فيما يلي:

*** التهابات الخيل البالغة**، وتعد بكتيريا الستربتوكوكس زووايبديميكس من أهم مسبباتها ، وهي موجودة أصلاً على الأغشية المخاطية للقناة التنفسية العلوية وعلى جلود الخيل السليمة. ولا تشكل هذه البكتيريا خطراً على الحصان بسبب الدفاعات المناعية لكن عند حدوث بعض العوائق للجهاز المناعي تتمكن هذه البكتيريا من الوصول إلى الرئة. فضلاً عن ذلك تعد بكتيريا الستربتوكوكس إكولاي أقل أهمية في حالات التهابات الرئة من سابقتها. أما بكتيريا الستربتوكوكس نيموني ـ تسبب التهابات رئوية في الإنسأن ـ فقد تم عزلها من بعض الخيل المصابة بمشاكل تنفسية. كما تم عزل بعض أنواع من البكتيريا ذات الصبغة السالبة للجرام من إصابات تنفسية، ومنها: الباستريللا، وإي كولاي، وأنتيروباكتيريا، وكليبسيللا والسيدوموناس. كما يعد وجود البكتيريا ذات الصبغة الموجبة للجرام مثل الكلوستريديم، والباكتيرويدز في الجهاز التنفسي للخيل مؤشراً مرضياً.

ـ طرق تشخيص، وتتمثل في الفحص السريري وخاصة الاستماع للأصوات التنفسية، حيث تدل الزيادة في صوت الزفير على وجود مرض تنفسي. ويمكن في الحالات المتقدمة من التهابات الرئة سماع طقطقة، مما يدل على زيادة السوائل والإفرازات داخل الرئة، كما يمكن أيضاً سماع صفير . ويدل عدم سماع أي من الأصوات التنفسية على وجود خراج في منطقة الاستماع أو التهابات للأغشية المبطنة للصدر.

تصاحب الالتهابات الرئوية ارتفاع في عدد كريات الدم البيضاء مع زيادة مطلقة في عدد الخلايا متعادلة الاصطباغ (Neutrophils) وارتفاع في مولد الليفين (Fibrinogen). كما تظهر الأشعة السينية ـ في حالة التهابات الرئة ـ نقص في نسبة الهواء في فصوص الرئة خاصة في المنطقة الأمامية السفلية، كما تزداد عتمة الفلم، مما يدل على وجود العديد من الخراجات.

يتم جمع السائل التنفسي من الرئة في أنابيب دم تحتوي على مضاد للتجلط لفحصه وتحديد نوع الخلايا الموجودة، وقد ترسل إلى المختبر للزراعة البكتيرية (للبكتيريا الهوائية واللاهوائية) ولإجراء اختبارالحساسية. وفي حالة الالتهاب الرئوي تكون أغلب الخلايا عبارة عن الخلايا متعادلة الاصطباغ لكنها متهتكة وتحتوي على بكتيريا. أما في حالات الحساسية فتكون الخلايا المتعادلة الاصطباغ سليمة، وقد توجد الخلايا حامضية الاصطباغ (Eosinophils) ولكن لايوجد بكتيريا. وفي بعض الحالات قد توجد خلايا سرطانية.

ـ طرق العدوى، وتحدث عند توفر الظروف المناسبة، ومن هذه الظروف وجود إصابات فيروسية، مثل: الهيربز وإنفلونزا الخيل، والغازات السامة، وقلة التهوية في الاسطبل، ووجود النشادر (Amonia) بتركيز عالي، والبرودة الشديدة، والازدحام الزائد، ونقل الخيل لمسافات طويلة.

تصل الميكروبات إلى الرئة من خلال الاستنشاق أو عبر الدم، فتُكَوِّنْ مستعمرات تقوم بتحطيم أنسجة الرئة فَيودي ذلك إلى جذب الخلايا المناعية خاصة الخلايا متعادلة الاصطباغ التي تحاول احتواء الميكروب، مما ينتج عنه موت العديد من الميكروبات والخلايا المناعية في آن واحد وخروج السوائل من الأوعية الدموية. كما يتراكم مولد الليفين في الحويصلات الهوائية. ومع اتساع هذه العملية وانتشارها عبر الشعب الهوائية يحصل عدم توازن بين المساحات الهوائية والدم. مما ينتج عنه انخفاض نسبة الأكسجين في الدم.

ـ العلاج، ويتم باستخدام البنسلين بجرعة قدرها ٢٢٠٠٠ وحدة/كجم من مرتين إلى أربع مرات في اليوم إلى حين ظهور نتائج الزراعة البكتيرية ونتائج اختبار الحساسية. كما يمكن استخدام البروكين بنسلين بنفس الجرعة، وذلك لمدة اسبوع أو حتى تختفي أعراض المرض، أو الأمبسلين ١١ ملجم/كجم أربع مرات في اليوم، أو تراي ميثوبريمسلفا ٣٠ ملجم/كجم مرتين في اليوم. وفي حالة الإصابة ببكتيريا ذات الصبغة السالبة للجرام يمكن إعطاء الأمينوجليكوسايد مثل جنتاميسين، وأميكاسين، وكاناميسين،

ويمكن استخدام مركبات السيفالوسبورين، وهي ذات فاعلية ضد البكتيريا الموجبة وبعض السالبة. أما الميترونيدازول فإنه فعال ضد البكتيريا الموجبة لكن يجب إضافة مضاد للبكتيريا السالبة.

يجب التأكد من الاستجابة الكاملة للعلاج قبل إيقافه لمنع عودة المرض، وذلك بقياس درجة الحرارة، ومعدل التنفس واستخدام الأشعة السينية خاصة في حالات وجود خراج في الرئة.

يجب إعطاء الحيوان فترة كافية من الراحة، ووضعه في مكان جيد التهوية، وعدم إعادته إلى نشاطه الرياضي إلا بعد إنتهاء أعراض المرض، ويفضل إعادته إلى الجدول التدريبي بشكل تدريجي.

❊ **التهابات الأمهار**، وهي عديدة ولكن من أهمها:

ـ **الأول**، ويحدث بعد حصول تسمم دموي، أو في حالة ضعف الجهاز المناعي للمهر، وذلك بسبب عدم حصوله على كمية كافية من اللبا في الوقت المناسب.

تتواجد البكتيريا المسببة لهذه الالتهابات في بيئة المهر، وأهمها بكتيريا إي كولاي، وكليبسيلا، وستربتوكوكس، وستافيلوكوكس. ويتعرض المهر في أيامه الأولى إلى الأنواع المذكورة من البكتيريا، حيث تصل إلى الرئة عبر الاستنشاق، أو البلع، أو من خلال فتحة الحبل السري، ومن ثم تنتشر عبر الدم.

تصل نسبة الإصابة بالالتهابات الرئوية عندما يصل عمر الأمهار من أربعة إلى خمسة أشهر وفي الأماكن المزدحمة إلى ٩٠٪ تقريباً. تشمل الميكروبات المسببة للالتهاب الستربتوكوكس زوابيديميكس، والرودوكوكس اكواى، والستافيلوكوكس ابيديرميديس، والباستيريللا.

تعالج هذه الحالات باستخدام المضادات الحيوية المناسبة مثل البنيسلين ومشتقاته، وترايميثوبريم سلفا. كما يجب استخدام العلاج إلى حين اختفاء الأعراض.

الجدير بالذكر أنه يصعب معرفة مدى استجابة الامهار للعلاج من الالتهابات الرئوية، ومدى وصولها إلى كفاءة عالية والمنافسة في السباقات لعدم وجود معلومات كافية عن ذلك.

ـ **الثاني**، ويحدث نتيجة لإصابة الأمهار ببكتيريا الرودوكوكس إكولاي في حالات محدودة وفردية إلا في المناطق الموبؤة، وتصاب الأمهار بهذا المرض في أعمار صغيرة يبلغ متوسطها شهرين.

يندر حدوث هذا المرض في الأمهار إلا في المناطق الموبؤة، حيث يعيش الميكروب بشكل طبيعي في التربة، كما يوجد في براز الخيل البالغة. كما تفرز الأمهار المصابة الميكروب بشكل كثيف في برازها. وأخيراً يعد زيادة الغبار الجاف في بيئة المهر عاملاً مساعداً على وصول الميكروب إلى القناة التنفسية.

تشمل أعراض المرض ارتفاع في درجة الحرارة قد تصل إلى ٤١ْم، ارتفاع في معدل التنفس، وإفرازات قيحية من الأنف، ووجود أصوات تنفسية غير عادية مثل طقطقه (كركلز) وصفير (ويزيز). يلاحظ عند استخدام الأشعة السينية وجود خراج منتشر في الرئة. كما أن أعراض لاتقتصر على الجهاز التنفسي بل تصل إلى المفاصل والأمعاء، والغشاء المبطن للبطن.

يعتمد تشخيص هذا المرض على تحديد أعراضه باستخدام الأشعة السينية وتحديد الأماكن المعتمة في الفلم، والزراعة البكتيرية، واستخدام تقنيةالـ (PCR). تظهر اختبارات الدم عادة زيادة في عدد كريات الدم البيضاء خاصة الخلايا متعادلة الاصطباغ ، ارتفاع مولد الليفين، كما يمكن استخدام الإيلايزا.

يعد المركب المكون من الايريثروميوسين ٢٥ ملجم/كجم (مضاد حيوي) العلاج الأمثل لهذا المرض. ويعطى بالفم أربع مرات في اليوم، كما يمكن إعطاء الريفامبين ١٠ ملجم/كجم بالفم مرتين في اليوم. يجب الاستمرار في العلاج إلى حين التأكد من انتهاء آثار الخراج من الرئة عند أخذ صور بالأشعة السينية.

● الالتهابات الفطرية

توجد الفطريات ـ عادة ـ في اسطبلات الخيل، وهى جزء لايتجزأ من غبار الاسطبل. ولصغر حجمها فإنها تكون قادرة على الوصول إلى الحويصلات التنفسية للخيل مسببة الالتهابات الفطرية لها لضعف جهازها المناعي. ومن أهم الفطريات المسببة للمرض: الكوكسيديويديس أميتيس، والهيستوبلازما، والكابسيلوتيم، والكريبتوكوكس نيوفورمانس، والاسبيرجيليس، والكانديدا، والفيكوميسيتس.

تم اكتشاف الالتهابات الفطرية عند القيام بالتشريح المرضي، وتشير بعض الدراسات إلى أن الخيل التي كانت تعاني من التهابات فطرية رئوية كانت مصابة بأمراض أخرى مثل الالتهابات المعوية، والتهابات في الكلى، والتهاب الغشاء المبطن للبطن، كما أنها كانت تعالج بمضادات حيوية لفترات طويلة.

❊ **التشخيص**، ويتم بجمع السوائل من القصبة الهوائية وتحليلها، ولكن يجب أخذ الحذر خلال هذه العملية لأنها قد تحتوي على فطريات ـ حتى في الخيل السليمة ـ تضر بالإنسان.

الجدير بالذكر أنه يصعب التوصل إلى علاج مناسب للالتهابات الرئة الفطرية لأنها ـ عادة ـ تصاحب أمراض أشد ضراوة قد تودي إلى الوفاة، ولكن يمكن استخدام بعض الأدوية مثل كيتوكونازول، وميكوكونازول، وأمفوتيراسين بي، وفلوروسيتوسين والأيوداید.

● الالتهاب الرئوي الانسدادي المزمن

يعد هذا المرض من أمراض الحساسية المزمنة الشائعة بين الخيل البالغة. تثيرهذا المرض عوامل معينة قد تكون موجودة داخل إسطبل الحصان أو خارجه، ولايمكن استبعاد دور الالتهابات الفيروسية أو البكتيرية في الأعراض السريرية المصاحبة له. كما لا يمكن الجزم بوجود صبغة وراثية مسؤولة عن حدوثه.

❊ **الأعراض**، وتتمثل فيما يلي:

ـ لاتظهر أعراض واضحة على الحيوانات التي تعاني من إصابات خفيفة، بل أنها



● فتح القصبة الهوائية لمساعدة الحصان على التنفس.

تتنفس بشكل طبيعي، ولكنها قد تبذل جهداً خفيفاً في نهاية مرحلة الزفير.

ـ صفير وكحة في حالة التنفس العميق قد لا تظهر عند الاستماع للرئة.

ـ كحة واضحة، وفي مثل هذه الحالات قد يساعد استخدام كيس اعادة النفس في التعرف على الأعراض الخفية للمرض.

ـ تردي حالة الخيل عند تعرضها إلى العوامل المثيرة للحساسية مثل الغبار أو الفطريات.

ـ تردي حالة الخيل الصحية عند ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة أو البرودة الزائدة.

ـ يعاني الحيوان في الحالات المتقدمة من الكحة وزيادة في إفرازات الأنف والتي يقوم في أغلب الحالات ببلعها.

ـ يكون الشهيق في أغلب الأحوال أقصر من الزفير، كما يصاحبه جهد عضلي إضافي لإخراج الهواء من الرئه والذي يتسبب مع مرور الزمن في وجود خط فاصل بين البطن والصدر يسمى خط هيف. كما يظهر هذا الجهد الزائد على عضلات فتحة الشرج التي تنقبض مع زفير الحصان.

ـ تناقص الوزن مع تقدم المرض.

* **التشخيص**، ويتم من خلال الطرق التالية:

ـ الأشعة فوق الصوتية، وتستخدم للتاكد من وجود التهابات في الغشاء المبطن للصدر أو على سطح الرئة.

ـ الأشعة النووية، وتعد من أفضل الوسائل التشخيصية لهذا المرض خاصة في حالة عدم وجود أي أعراض للمرض، لكن هذه الطريقة مكلفة للغاية.

ـ فحوصات سوائل القصبة الهوائية، للتعرف على الأحياء الدقيقة والمرضية في السوائل المستخرجة من القصبة الهوائية والتي قد تحتوي على نسبه عالية من المخاط وارتفاع في عدد الخلايا متعادلة الاصطباغ والخلايا حامضية الاصطباغ.

ـ قياس معدل الغازات في الدم، وقد تظهر نقص في ضغط الأكسجين إلى أقل من ٨٥ مم زئبقي.

ـ تحليل الدم، وذلك لقياس عدد الكريات الدموية البيضاء ومولد الليفين والتي عادة ترتفع في حالات الالتهابات الرئوية المصاحبة.

ـ اختبارات الحساسية، وذلك لمعرفة طبيعة المواد التي تستثير الجهاز المناعي.

* **العلاج**، ويتمثل فيما يلي:

١ـ إبعاد الحصان المصاب عن العوامل التي تسبب له الحساسية، ويعد هذا من أهم طرق الوقاية والعلاج، ولكنه صعب التنفيذ لما يسببه من متاعب مالية ووقتية لمالك الحصان. فعلى سبيل المثال اذا كانت الأعلاف المجففة هي السبب يمكن استبدالها بمكعبات البرسيم المضغوط. وفي حالة نقل الحصان لمسافات طويلة يجب عدم إبقاء رأس الحصان مربوطاً ومرتفعاً قريباً من العلف، ويفضل وضع الحصان في اسطبل مناسب من حيث درجة الحرارة والرطوبة.

٢ـ استخدام مركبات مضادات الالتهابات مثل الستيرويدز والتي لها فاعلية لابأس بها، ولكنها لاتخلو من آثار جانبية خاصة مع استخدامها لفترات طويلة، وهذا ماتتطلبه عادة حالة هذه الخيل.

٣ـ استخدام الديكساميثازون في الوريد وبجرعه ٠,١ ملجم / للكيلوجرام مرة واحدة يومياً، وترای امیسولون بجرعة ٠,٠٩ مل / كجم في العضل.

٤ـ استخدام الترای أمينولون في العضل.

٥ـ استخدام موسعات الشعب الهوائية مثل بيربيتارول، والبيتارول وكذلك فينوتيرول.

٦ـ استخدام الإتروبين مع أن له آثاراً جانبية مثل الالتهابات في الأمعاء وارتفاع ضربات القلب.

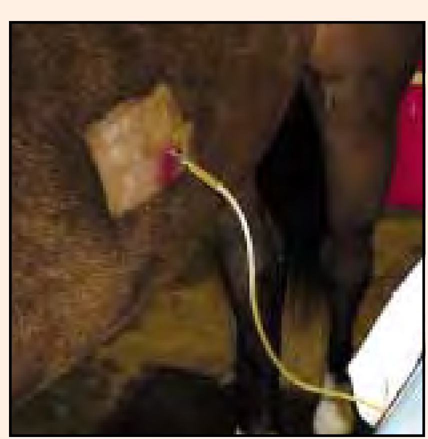
التهابات الرئة والغشاء المبطن للصدر

يعد الالتهاب الرئوي المصحوب بالتهاب الغشاء المبطن للصدر (ذات الجنب) من أهم وأخطر وأكثر الأمراض شيوعاً في الخيل. يتبع هذا المرض عادة التهابات الرئة البكتيرية، خاصة عندما يتكون خراج يصل إلى الغشاء الداخلي المبطن للصدر .

من أهم مسببات المرض البكتيريا الهوائية مثل ستربتوكوكس، وباستريللا، واكتينوباسيلس، وإي كولاي، وكليبسيللا. أو البكتيريا اللاهوائية مثل باكتيرويدز، وكلوستريديم، وقد يوجد أكثر من نوع من البكتيريا.

● أعراض المرض

من أهم أعراض المرض ارتفاع في درجة الحرارة، وفقدان للشهية، وكحة، وصعوبة في التنفس، وصعوبة في المشي، وفقدان الوزن، واستسقاء في أسفل منطقة الصدر، أو في الأطراف، ومغص. وقد يشعر الحصان في بداية المرض بآلام شديدة عند الضغط على الصدر يتلاشى مع تقدم المرض وزيادة السوائل المتراكمة في الصدر. يوضح الاستماع إلى الرئة أصوات طبيعية في المناطق العلوية، لكن لايسمع صوت في المنطقة السفلى، كما يمكن سماع ضربات القلب في مساحات أوسع بسبب تراكم السوائل.



● سحب السائل المتراكم بتجويف الصدر لحصان مصاب بالتهاب الرئة.

● التشخيص

يتم التشخيص بعدة طرق منها:

* **الزراعة البكتيرية**، حيث تؤخذ عينة من السوائل الموجودة في الرئة عبر القصبة الهوائية، أو من خلال اختراق القفص الصدري.

* **الموجات فوق الصوتية**، وتعد من أفضل الوسائل المستخدمة ليس فقط لمعرفة وجود المرض من عدمه، بل لتحديد مكان الإصابة ومدى إنتشارها. كذلك يمكن تحديد طبيعة السوائل لتقدير حدة المرض. كما يمكن معرفة ما إذا كان هناك التصاق بين الأغشية، أو إذا كان هناك زيادة في سماكة الأغشية المبطنة للصدر، ومعرفة ما إذا كان هناك تهتك في الرئة أو وجود غازات أو فيبرين.

* **عينة من الصدر**، ويتم تحديد المكان المناسب لأخذها بواسطة الموجات فوق الصوتية، حيث تؤخذ العينة لإجراء التحاليل المناسبة والعلاج من السائل المتراكم مابين عظمة الصدر السادسة إلى الثامنة، حيث تتم في المراحل المتقدمة من المرض، أو عند وجود مصاعب تنفسية وتدهور حالة الحصان الصحية. قد تحتوي العينة في بداية الأمر على دم، لكن يفترض تلاشي الدم مع نزول كمية أكثر من السائل، إلا في الحالات التي يوجد بها التهاب دموي. ترسل العينة في أنبوب دم يحتوي على مضاد للتجلط مثل أي دي تي ايه للزراعة البكتيرية الهوائية واللاهوائية والاختبار المرضي.

* **فحص السائل**، ويتم من خلاله ملاحظة اللون، والصفاء، واللزوجة، والرائحة، حيث يكون السائل في الحالات الطبيعية صافي، وخالي من الشوائب، ويميل إلى الاصفرار. أما عند وجود عدد كبير من خلايا الدم البيضاء فإنه يكون معتما، وقد يصل عدد الخلايا فيه إلى ٣٠٠٠٠٠ خلية / ميكرولتر، بينما في الحالات الطبيعية أقل من ١٠٠٠٠ خلية/ميكرولتر، كما تدل الرائحة النتنة على وجود التهاب بكتيري لاهوائي. ويمكن الحصول على فكرة مبدئية عن المرض وسببه باجراء مسحة سريعة تصبغ بصبغة الجرام.

● **العلاج**

يتم العلاج باستخدام المضادات الحيوية الشاملة إلى حين ظهور نتائج اختبارات الزراعة البكتيرية والحساسية المناسبة، والتي يفضل أن تستند إليها لتكون أكثر فاعلية، لأن هذه الالتهابات يتسبب فيها أكثر من ميكروب سواء سالبة أوموجبة لصبغة الجرام. ويفضل البدء بالبنسيلين والجنتاميسين والتي تعطى عادة في الوريد أو العضل، وبعد تحسن حالة الحصان يمكن استخدام مضادات مثل تراى ميثوبريم سلفأنوميد عن طريق الفم. كما أن هناك مضادات مثل ميترونايدازول التي تحمل فاعلية جيدة ضد البكتيريا الموجبة اللاهوائية، كما يمكن استخدام الكلورامفينيكول.

يتم العلاج أيضاً بسحب السوائل المتراكمة في حالة وجود سائل صديدي، أو وجود ميكروبات في المسحة المباشرة، أو في حالة وجود صعوبة في التنفس. كما يتم غسل التجويف الصدري بضخ محلول فسيولوجي من خلال فتحة في أعلى الصدر وسحبه من فتحة أخرى في أسفل الصدر. وتعد هذه العملية ذات فاعلية لتخفيف تركيز السوائل المتراكمة وإزالة الفايبرين أو بقايا الخلايا.

أمراض القناة التنفسية العلوية

من أهم أمراض القناة التنفسية العلوية ما يلي:

● **خناق الخيل**

يعد هذا المرض من أقدم الأمراض التي تم الكتابة عنها في الطب البيطري، إذ يعود تاريخه إلى القرن الثالث عشر. وهو من أهم أمراض الخيل نظراً لسرعة أنتشاره فيها، وارتفاع نسبة الإصابة به، التي قد تصل إلى ١٠٠٪، وللخسائر المادية التي يسببها لمالكي الخيل.

ينجم المرض بسبب الإصابة ببكتيريا ستربتوكوكس إكولاي، حيث تصيب التجويف الفمي ومنه تنتقل إلى الأغشية المخاطية التي تغطي اللوز، وبعد سويعات فقط يمكن عزل البكتيريا من الغدد اللمفاوية الموجودة في منطقة الرأس. تتكاثر البكتيريا بشكل نشط في هذه الغدد مما يتسبب في حدوث التهاب يجذب بعض الخلايا المناعية، مثل الخلايا متعادلة الاصطباغ والتي بدورها تحاول احتواء الميكروب، ممايننتج عنه موت بعض هذه الخلايا، فيتكون قيح يؤدي إلى أنتفاخ الغدد. قد يصيب هذا المرض كيس البلعوم المجاور، والرئتين، والكبد، والأحشاء وغيرها من أعضاء الجسم.

ينتقل المرض بين الخيل عن طريق الإتصال المباشر، كما ينتقل عن طريق الاجسام الملوثة، مثل أدوات التنظيف، والعمالة المشتركة وغيرها.

* **أعراض المرض**، ومن أهمها ارتفاع ملموس في درجة الحرارة، وضعف عام، وفقدان الشهية، وإفرازات من الأنف (مخاطية أو قيحية) تكون في بداية المرض خفيفة اللزوجة تزداد سماكتها مع مرور الوقت، وتصبح مابين الأصفر إلى الأخضر. يصاحب ذلك انتفاخ في الغدد اللمفاوية الموجودة في منطقة الراس خاصة حول البلعوم، مما قد يضغط عليه



● خراج في رقبة حصان بسبب لقاح مضاد لخناق الخيل.

ويسبب صعوبة في التنفس قد تصل إلى الإختناق (ولهذا اعطي اسم خناق الخيل)، كذلك قد يسبب صعوبة في البلع. أما في حالة انتشاره إلى أجزاء أخرى من الجسم فإنه يسبب أعراضاً مرتبطة بالأعضاء المصابة.

* **التشخيص**، ويعتمد على الأعراض المصاحبة للمرض خاصة التهاب الغدد اللمفاوية في منطقة الرأس، وعلى عزل الميكروب المسبب من إفرازات الأنف أو من الغدد اللمفاوية الملتهبة. كما يمكن استخدام التفاعل التسلسلي البوليمري لتحديد وجود الحامض النووي للميكروب المسبب، ولا يشترط وجود ميكروب حي. أخيراً يمكن القول أن عدم عزل الميكروب لايعني بالضرورة أن الحصان غير مصاب.

* **وبائية المرض**، ويعد من الأمراض شديدة العدوى، حيث تصل نسبة الإصابة به إلى حوالي ١٠٠٪، لكن نسبة الوفيات لاتتعدى ١٠٪. ينتقل الميكروب عبر التجويف الأنفي أو الفمي. وهو مرض يصيب الخيل في مختلف الأعمار، ولكنه يكثر في الأعمار الصغيرة. المناعة الناتجة عن الاصابة ليست دائمة مدى الحياة، ولربما عاد المرض مرة أخرى.

* **العلاج**، ويتم بعزل أي حصان تظهر عليه أعراض المرض عن باقي الخيل حتى يشفي تماما، واستخدام المكمدات الدافئة للاسراع في نضوج الغدد اللمفاوية، ومن ثم يتم فتحها وغسلها بمحلول اليود (٣-٥٪) كما يمكن استخدام المضادات الحيوية والتي يفضل استخدامها بعد إجراء اختبارات الحساسية.

يعد البنسلين ومشتقاته ذو فعالية عالية ضد الميكروب. يحتاج الحصان في بعض الحالات إلى سوائل في الوريد، وفي الحالات التي يعاني فيها من صعوبة في التنفس فإنه يمكن إجراء عملية لفتح القصبة الهوائية للمساعدة في التنفس. كما يتم إطعام الحصأن الذي يعاني من صعوبة في البلع عن طريق أنبوب إلى المعدة.

أمراض الكيس المجاور للبلعوم

الكيس المجاور هو الجزء الواصل بين الأذن الوسطى والبلعوم. وينقسم إلى الكيس الجانبي والكيس الوسطي ويتسع

لحوالي ٣٠٠ ملم. يمر به بعض الشرايين الهامة مثل الشريان السباتي الداخلي وبعض افرع الشريان السباتي الخارجي، إضافة إلى الأعصاب الأمامية السابع، والتاسع، والعاشر، والحادي عشر، والثاني عشر.

يتعرض الكيس المجاور للبلعوم لبعض الأمراض منها ما يلي:

● انتفاخ الكيس

يحدث انتفاخ الكيس المجاور ـ عادة في الامهار ـ من سن الولادة إلى عمر سنة ونصف لوجود خلل في صمام الكيس نتيجة تراكم الهواء داخله. تعاني الأمهار من انتفاخ رخو وغير مؤلم في المنطقة المجاورة للبلعوم قد يسبب في بعض الحالات صعوبة في التنفس، مما يجعل المهر يمد رقبته ورأسه.

يتم تشخيص هذا المرض عن طريق الفحص السريري، واستخدام الأشعة السينية و المنظار، ويمكن علاجه عن طريق التدخل الجراحي.

الجدير بالذكر أنه يجب التفريق بين هذه الحالة والحالات التي ينتج عنها خراج حول البلعوم، أو تراكم الصديد في الكيس.

● تراكم الصديد

يحدث تراكم الصديد في الكيس المجاور عبر فتحته المواجهة للبلعوم أو من خلال الجهاز اللمفاوي. وربما يحدث ذلك في أي من الجانبين، وعادة ما يتبع حالات التهاب الجهاز التنفسي خاصة خناق الخيل. يحدث المرض إفرازات من الأنف بشكل متقطع وتزداد كميتها عندما يخفض الحصان رأسه. وقد يحدث التهاب للغدد اللمفاوية، بالإضافة إلى الألم ومصاعب في البلع والتنفس. قد تتشابه بعض الأمراض مع هذا المرض مثل التهابات الرئة، والتهابات القناة التنفسية العلوية، والتهابات الجيوب الأنفية، وانتفاخ الكيس.

يتم تشخيص المرض باستخدام الأشعة السينية والمنظار، كما يمكن علاجه بغسل الكيس بمحلول فسيولوجي، مع خفض الرأس وإعطاء مضاد حيوي شامل، إلى أن تظهر نتيجة الزراعة البكتيرية واختبار الحساسية.



● مهر متضخم الرأس بسبب تراكم السوائل في الرأس لضيق الأوردة.

● الالتهابات الفطرية

يعد الأسبيرجيلس نيديولانز من أهم الفطريات المسببة لالتهابات الكيس المجاور للبلعوم. تحدث هذه الالتهابات عادة في أحد الجانبين، وفي حالات أقل قد تحدث في كلا الجانبين. من أعراض المرض نزيف متقطع من الأنف بسبب تقرح الشرايين التي تمر من خلال الكيس، وصعوبة البلع بسبب تعرض الأعصاب المسؤولة عنه لبعض التلف.

يتشابه هذا المرض مع الرعاف، وسرطان الكيس المجاور للبلعوم، وكدمات العظم الغربالي.

يمكن تشخيص هذا المرض عن طريق الفحص السريري واستخدام المنظار، ويعالج باستخدام مضادات الفطريات لتنظيف الكيس المصاب، أو استخدام الوسائل الجراحية.

أمراض فيروسية شائعة

تصيب جهاز الخيل التنفسي أمراضاً فيروسية لا تقل أضرارها عن الأمراض البكتيرية، كما أن لها آثاراً سلبية على قدرة الحصان الرياضية، كما تسبب الإجهاض في الافراس الحوامل، إضافة إلى ما تسببه من خسائر مادية عالية.

يتم التشخيص بأخذ مسحات من الأنف والحنجرة أو من خلال سحب عينة من سوائل القصبة الهوائية.

ويعد عزل الفيروس، والاختبارات المصلية، وتحديد الحامض النووي ـ عن طريق الاختبارات الجزيئية مثل التفاعل التسلسلي البوليميري ـ أهم وسائل التشخيص.

يتم علاج الأمراض الفيروسية بعزل الحصان المصاب عن باقي الخيل، ووضعه في منطقة جيدة التهوية، وإعطائه فترة كافية من الراحة حتى اختفاء أعراض المرض، وإعادته إلى الجدول التدريبي بشكل تدريجي. مما يجدر ذكره أنه لا توجد أدوية فعالة في حالة الالتهابات الفيروسية، ومن أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب الخيل ما يلي:

● إنفلونزا الخيل

تعد إنفلوزا الخيل من أوسع الأمراض انتشاراً في العالم، ومن أكثرها شيوعاً في الخيل وخاصة في الأعمار من سنة إلى ثلاث سنوات. وهذا هو العمر الذي تبدأ فيه الخيل دخول السباقات. كما أنه قد يصيب الخيل الأكبر سناً لكن بضراوة أقل.

* **الأعراض**، وتظهر على شكل ارتفاع في درجة الحرارة قد تصل إلى ٤١°م، وكحة، وإفرازات من الأنف، وصعوبة في الحركة قد يصاحبها التهابات في العضلات. يمر الفيروس بفترة حضانة قد تصل إلى ثلاثة أيام.

يتكاثر الفيروس في الخلايا المبطنة للقناة التنفسية، مما يؤدي إلى تلف الأهداب والمخاط الذين يعدان من أهم الوسائل الدفاعية للجهاز التنفسي ضد الميكروبات. قد تطول دورة هذا الفيروس في الجسم مما يجعل الحصان المصاب عرضه للالتهابات البكتيرية.

* **وسائل الوقاية**، وتتم بتطعيم الخيل باستخدام الأمصال (ا١,ا٢١) وهما مشهوران في الولايات المتحدة. قد يحصل أحياناً فشل في التطعيم بسبب قصر فترة المناعة الناتجة عن التطعيم، أو نتيجة لاحتواء المصل على عترات تختلف عن العترات المحلية.

● **هربز الخيل**

هناك نوعان من الهربز تصيب الخيل وهي (IHV4) (IHV1) . تنتقل العدوى عن طريق الجهاز التنفسي. تتراوح فترة الحضانة ما بين ثلاثة إلى سبعة أيام. يصل الفيروس بعد استنشاقه إلى الخلايا المبطنة للقناة التنفسية العلوية. وقد ينتشر عن طريق الدم إلى أجزاء أخرى من الجسم.

※ **الأعراض**، وتشمل ارتفاع في درجة الحرارة تصل إلى ٤١ م وإفرازات أنفية، وكحة، وإجهاض في الأفراس الحوامل، وأعراض عصبية. أما الأمهار فقد تولد سليمة لكن تظهر عليها الأعراض مع نهاية الأسبوع الأول، وتشمل تلك الأعراض ضعف، وارتفاع في ضربات القلب واحتقان في الأغشية المخاطية وربما إسهال. كما يمكن أن يسبب وفيات في الأمهار.

※ **وسائل الوقاية**، وتتم عن طريق استخدام التحصين المناسب، حيث يوجد مصل يحوي النوعين الأول والرابع من الفيروس المسبب للمرض. ويمكن إعطاء هذا المصل أثناء التحصين ضد الإنفلونزا، ويفضل اعادته كل ثلاثة اشهر لأن فترة المناعة التي يوفرها للحصان قصيرة. ويمكن أن تصاب الخيل المحصنة بالمرض لكن بضراوة أقل ولفترة زمنية أقصر.

● **التهاب الشرايين الفيروسي**

ينتشر هذا الفيروس في العديد من دول العالم في كل من أوربا وأفريقيا وأمريكا وأستراليا.

※ **الأعراض**، وهي متفاوتة جداً، حيث تتراوح ما بين أعراض خفيفة غير ملحوظة إلى شديدة تؤدي إلى نفوق الحيوان. تشمل تلك الأعراض ارتفاع في الحرارة، وفقدان الشهية، وضعف، وإفرازات من الأنف، وكحة، واستسقاء في الأرجل والمناطق السفلية من الجسم. أما الامهار المصابة فتعاني من أعراض تنفسية ونسبة نفوق عالية.

※ **الوقاية**، وتتركز في التحصين، حيث يوجد نوعين من الأمصال، يحوي المصل الأول فيروس ميت، بينما يحوي الثاني فيروس حي لكنه محور، وهذا هو الأفضل لأنه يوفر حماية إما كاملة، أو جزئية قد تستمر لمدة عامين. كما أن الأمهار التي تحصل على اللبا من أمهات محصنة يمكن أن تحصل على حماية قد تصل إلى ستة أشهر. وللوقاية يجب الحذر عند استخدام المني من فحل مصاب بالمرض.

أمراض فيروسية أخرى

هناك فيروسات أخرى مثل الأدينو فيروس، والرينو، والهندرا قد تسبب بعض الأمراض في الخيل. وتسبب فيروسات الأدينو قد إصابات شديدة في الخيل العربية خاصة الأمهار التي لديها خلل مناعي. وقد تتسبب في أعراض تنفسية كارتفاع في درجة الحرارة، وكحة، وارتفاع في عدد مرات التنفس.

الاختناق بالدخان

يحدث الاختناق بالدخان نتيجة التعرض المباشر للنيران، أو بسبب المركبات الكيميائية المصاحبة، أو نقص الأكسجين. كما يلعب أول أكسيد الكربون دوراً هاماً في الاختناق، حيث يتحد مع خضاب الدم (Hemoglobin) مكوناً مركب الكاربوكسيهيموجلوبين الذي يحل محل الأكسجين في الدم مسبباً استسقاء في الرئة نتيجة تحطم جدران الأوعيةالدموية، وزيادة الخلايا المناعية التي تصل إلى المناطق المصابة فينجم عنه تراكم الخلايا الميتة والسوائل التي تؤدي إلى اسداد الشعب الهوائية وتكوين مايسمى بالغشاء الكاذب.

● **الأعراض**

تتوقف أعراض المرض على طبيعة المشكلة، فقد يعاني الحصان من ترنح وعدم قدرة على التركيز، وإغماء في الحالات الحادة . وقد يعاني من صعوبة في التنفس، وارتفاع في أصوات الرئة مع صفير وطقطقة، وإفرازات من الأنف.

● **التشخيص**

يتم التشخيص بالفحص العيني، وقياس الكاربوكسيهيموجلوبين في الدم، واستخدام المنظار للجهاز التنفسي بحذر كي لا يسبب جرح إضافي للقناة التنفسية، واستخدام الأشعة السينية، وتحليل الغازات في الدم، وتحليل الدم.

● **العلاج**

يتم العلاج باستخدام الأكسجين، وفتح القصبة الهوائية للمساعدة في التنفس. واستخدام مدررات البول، وموسعات الشعب الهوائية، وقد تدعو الحاجة إلى إعطاء الحيوان سوائل في الوريد ومضادات حيوية.

الرعاف

مرض الرعاف عبارة عن نزيف من الرئة يحدث في سلالات الثربرايد، والستاندردبرايد التي تستخدم في السباق أو القفز.

● **الأعراض**

تتمثل أعراض الرعاف بنزيف من الأنف يحدث بعد السباق أو التمرين الشاق. وضعف اللياقة، وصعوبة في التنفس، وزيادة في عملية البلع خاصة بعد السباق لتنظيف القناة التنفسية العلوية من الدم. كما قد يعاني الحصان من كحة.

يشبه الرعاف في أعراضه بعض الأمراض مثل وجود خراج في الرئة، أو أورام سرطانية، أو أجسام غريبة في القناة التنفسية، أو وجود قرح في الأنف، أو إصابات في الجيوب الأنفية. كما أن الالتهابات الفطرية للكيس المجاور للبلعوم قد تتشابه مع الرعاف. لاتظهر عادة تغيرات على تحليل الدم الا في حالة وجود التهابات أخرى في الرئة. كما أن الدم لايحمل أي خلل في عملية التخثر.

● **التشخيص**

يتم تشخيص الرعاف بفحص السوائل التي تجمع من القصبة الهوائية المحتوية على الخلايا البالعة(Macrophages) بداخلها خلايا دم حمراء. يمكن فحص القناة التنفسية بالمنظار للتأكد من وجود نزيف أم لا، ويفضل إجراء هذا الفحص خلال ساعتين من السباق، وإذا كانت نتيجته سلبية يعاد بعد ساعة إضافية.

● **العلاج**

يتم العلاج باستخدام الفيروسومايد ٠,٣-٠,٦ ملجم / كجم، ومع ذلك فإن المرض قد يظهر في نصف الخيل المعالجة، وهذا دليل على أن العلاج لايمنع حدوث المرض ولكنه يقلل من كمية النزيف.



الأمراض الفيروسية للخيل

د. الطيب محمد الأمين أبو الزين

ارتبطت العلاقة الحميمة بين الإنسان والخيل منذ القدم فقد هيأها الله سبحانه وتعالى للإنسان وذللها له فكانت عوناً كبيراً له في حله وترحاله وفي سلمه وبأسه، قال تعالى﴿ وَالْخَيْلَ وَالْبِغَالَ وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً ﴾[النحل : ٨] ، ولقد سعد بها الإنسان كثيراً كرمز للقوة والذكاء والجمال والزهو﴿ وَالْخَيْلِ الْمُسَوَّمَةِ وَالْأَنْعَامِ وَالْحَرْثِ ﴾ [آل عمران : ١٤] ".

من أجل ذلك بذل الإنسان، وعلى مدى التاريخ، ما في وسعه للعناية بها، واقتناء الأصائل منها، ولاننسى هنا بأن أحد ملوك السودان الأقوياء في التاريخ القديم ويدعى " **بعانخي** " استمرت مملكته لمدة تسعة قرون من بعده، وقد قام بغزو مصر، لا لسبب غير أنه علم بأنهم كانوا لايكرمون الجياد الأصيلة، وهكذا كانوا...

مجمل القول استئانست كل الحضارات الأنسانية الغابرة الخيل وأعتنت بها كثيراً وحتى يومنا هذا. وخصصت لها من يخدمها ويعتني بها ويعالجها. فمثلاً كانت وظيفة المبيطر (طبيب الخيل) من أهم الوظائف عند الملوك والخلفاء على مدى تاريخ الدول الإسلامية، أو قبلها عند العرب وغيرهم. وقد ذكرت أدبيات مرض ثالول الخيل العالمية، بأن أو ل من قام باكتشافه هو طبيب بيطري كان يشرف على خيول الخليفة العباسي **هارون الرشيد**.

يستعرض هذا المقال بعض أمراض الخيل الفتاكة التي تسببها الفيروسات. وبالرغم من أن هذه الأمراض لم تسجل أي حالة منها في المملكة العربية السعودية، إلا أنها تعد من أهم الأمراض التي تتحكم في حركة الخيل العالمية، ولابد من إبراز شهادة من مختبر معروف لدى منظمة المواصفات العالمية (ISD) يؤكد خلو الحيوان منها، لكي يتمكن صاحبه من إدخاله في أي منافسات عالمية أو أقليمية أو حتى نقله من قطر لآخر.

فقر الدم الخيلي المعدي

هذا مرض فيروسي حصري بالفصيلة الخيلية ولايصيب غيرها، ويوجد المرض في كل القارات. وينتمي الفيروس المسبب له لعائلة (Retroviridae) جنس الـ (Lentinrus) ، وهي نفس العائلة التي ينتمي إليها فيروس نقص المناعة في الإنسان (HIV) المسبب للإيدز (AIDS)، ويشبهه ـ تحت المجهر الإلكتروني ـ شبهاً شديداً في شكله، وفي خواصه الأخرى، غير أنه يختلف عنه تماماً في طريقة مرضيته، كما أن فيروس الإيدز لايصيب الخيول.

● الأعراض السريرية

تنحصر ـ عادة ـ فترة حضانة الفيروس مابين أسبوع إلى إسبوعين، وقد تمتد إلى ثلاثة أشهر. يبدأ المرض بالحمى المتقطعة الراجعة، ويصحبها فقر دم حاد ونقص سريع ملحوظ في وزن الحصان المصاب، كما تظهر أعراض استسقاء واضحة على الأجزاء السفلى لجسم الحيوان وخاصة الأرجل.

● طرق الانتقال

يظل الحصان عند إصابته بهذا المرض حاملاً للفيروس في دمه مدى الحياة، وبذلك يمكن أن ينقله لغيره من الخيل القابلة للعدوى، وتتم العدوى عن طريق الملامسة، والذباب الماص للدماء، والحقن الملوثة، كما ينتقل الفيروس من الأم المصابة للجنين.

وتجدر الإشارة إلى أن احتمالية انتقال المرض من الحصان الذي تظهر عليه الأعراض السريرية أكثر من الذي يحمل المرض ولاتظهر عليه الأعراض. وذلك لأن معيارية الفيروس في الخيل المريضة عادة ماتكون أعلى بكثير من تلك التي في الخيل الحاملة للفيروس.

● التشخيص المخبري

هناك صعوبة كبيرة في عزل الفيروس في المختبر، لذلك فإن أنجع طرق التشخيص المختبري المتبعة عالمياً تنحصر فيما يلي:-

١ـ وجود فقر دم في الحيوان المصاب.

٢ـ إستشعار الفيروس بواسطة تقنية

التفاعل المتسلسل البلمري (PCR) وطرق الاستشعار الوميضي المناعي (FAT).

٣ـ استخدام التقنيات المصلية مثل الآلايزا (ELISA) والترسيب المناعي على الآقار (AGID).

● العلاج والسيطرة

تنحصر طرق العلاج والسيطرة على المرض فيما يلي:ـ

١ـ إعطاء الحصان المصاب بعض المقويات لمكافحة فقر الدم مع المحاليل التعويضية، وأعطاء مسكنات للألم، ومهدئات، ومضادات للإلتهابات، وخافضات للحرارة.

٢ـ مكافحة الحشرات ماصة الدماء برش المبيدات وطاردات الحشرات.

٣ـ استبعاد الخيل المصابة.

إكزيما الجماع الخيلي

مرض الجماع الخيلي، (Coital Exanthema) مرض فيروسي جنسي يسببه فيروس ينتمي إلى عائلة الهيربس (Herbesviridaea)، وهو بالتحديد فيروس الهيربس الخيلي رقم (٣) (Equine Herbes Virus -3). ينتقل الفيروس بين الخيل عن طريق الجماع، حيث يصيب الجهاز التناسلي في الذكور والإناث، ولكنه لايؤثر على الخصوبة في كليهما. وتصاحب الأعراض السريرية آلام حادة لدرجة أنها تمنع ممارسة الجماع، وهو من أحب الممارسات عند الخيل.

● الأعراض السريرية

تظهر أعراض المرض السريرية في الذكر والأنثى بعد حوالي ٤ـ٧ أيام من ممارسة الجماع، وعادة تكون عنيفة في الذكر أكثر من الأنثى.



● الخمول والحمى وفقدان الشهية من آثار أكزيمـا الجماع الخيلي.

تتمثل الأعراض السريرية في الذكر في شكل خمول وحمى وفقدان للشهية، ثم ظهور فقاعات بقطر ١,٥سم على القضيب، وبعد ٢ـ٥ أيام تظهر هذه الفقاعات على الغلفة والصفن، وبعد ٣ أيام من تكوينها تنفجر فتكون قرح متفرقة على سطح القضيب والغلفة، وعادة ماتصاب هذه القروح بالبكتيريا الثانوية فتزيد من حدة الالتهابات والآلام، وبعد مضي أسبوعين من بداية الأعراض يشفى الحيوان تماماً وتبقى آثار العدوى في شكل بقع على سطح القضيب. أما في الأفراس فتظهر الفقاعات على المهبل وتأخذ نفس المراحل كما في الذكر وتنتهي بعد أسبوعين كذلك.

● التشخيص المختبري

يمكن التأكد من إيجابية المرض بعد الفحص السريري وفقاً للفحوصات التالية:ـ

١ـ عزل الفيروس من سائل الفقاعات والذي عادة ما يكون غنياً بالفيروس.

٢ـ استشعار الأجسام المناعية بأخذ عينتين من المصل الأول عند بداية المرض والثانية عند الشفاء بعد أسبوعين، حيث يدل وجود الأجسام المناعية في العينة الثانية وخلوها من العينة الأولى على وجود المرض.

● العلاج والسيطرة

بما أنه لايوجد لقاح لهذا المرض، فإن إجراءات السيطرة على المرض تتلخص في الآتي:ـ

١ـ إعطاء علاج موضعي في مكان الالتهابات كالمضادات الحيوية ومانعات الالتهابات.

٢ـ إعطاء مسكنات للألم.

٣ـ عزل الخيل المريضة ومنع الجماع.

التهاب الشرايين الفيروسي الخيلي

مرض التهاب الشرايين الفيروسي الخيلي أو مرض العين الوردية (Pink Eye)



● أخذ عينة من الدم .

مرض خاص بالخيل يتسبب في التهابات الأغشية الداخلية للشرايين، وهو منتشر عالمياً بين أعضاء الفصيلة الخيلية.

ينتمي الفيروس المسبب للمرض إلى عائلة (Arteriviridae) جنس (Arterivirus).

● طرق الانتقال

ينتقل المرض عن طريق الملامسة، وعادة عن طريق الجهاز التنفسي خاصة عند الازدحام في أسواق الخيل والسباق. عندما يدخل الفيروس إلى الجهاز التنفسي يتكاثر في خلايا الدم البيضاء الملتهبة في الرئة، ثم ينتقل إلى الغدد الليمفاوية في منطقة الشعب الهوائية.

● الأعراض السريرية

تظهر الأعراض المرضية في شكل حمى وخمول وفقدان للشهية وسيلان من الأنف والعيون وإستسقاء في المناطق السفلية للجسم، مثل الأعضاء التناسلية والأرجل، كما تظهر حبيبات في أجزاء الجسم المختلفة، وغالباً ماينفق الحيوان نتيجة استسقاء الرئة، كما سجلت حالات إجهاض في الفرس الحامل، فضلاً عن ذلك فإن الأحصنة التي يكتب لها الشفاء تظل حاملة للفيروس وتنقله للإناث عند الجماع.

● التشخيص المختبري

تتمثل أهم طرق التشخيص المختبري في مايلي:ـ

١ـ أخذ عينات من الخيل المريضة، مثل مسحات من الأنف ودم وسائل منوي وأجزاء من سوائل الأجهاض أو الجنين المجهض.

٢ـ عزل الفيروس من العينات في الأنسجة الخلوية من أصل الأرانب أو الخيل والتعرف عليه.

٣ـ التعرف على الفيروس بواسطة التقنيات المصلية مثل تقنية الألايزا أو تقنيات الأحياء الجزئية مثل الـ (PCR).

● العلاج والسيطرة

تتمثل طرق العلاج والسيطرة على المرض فيما يلي:ـ

١ـ أعطاء لقاح ضد الفيروس للخيل السليمة.

٢ـ عزل الأفراس الحاملة عن بقية القطيع.

٣ـ إبعاد الذكور التي تثبت إصابتها بالمرض.

التهاب الدماغ والنخاع الفيروسي الخيلي

يوجد ثلاثة أنواع من التهابات الدماغ والنخاع عند الخيل (Equine Encephalomyelitus)، وهي:ـ الشرقي (EEE)، والغربي (WEE)، والفنزويلي (VEE).

يعتمد هذا التصنيف على التوزيع الجغرافي لهذه الأمراض، فمثلاً يصيب مرض الـ (EEE) الخيل والناس في شرقي الأمريكتين، بينما ينتشر الـ (WEE) في الخيل والناس في غربي الأمريكيتين، أما الفنزويلي (VEE) فينتشر في منطقة فنزويلا وما جاورها في أمريكا الجنوبية. وبالرغم من أن هذه الأمراض يسببها فيروس واحد من عائلة الـ (Togaviridae) وجنس الـ (Alphavirus) إلا أن التسمية المذكورة تعتمد على وجود العائل الطيري والحشرة المفصلية الناقلة لهذه الأمراض في المناطق الثلاث المذكورة.

● طرق الانتقال

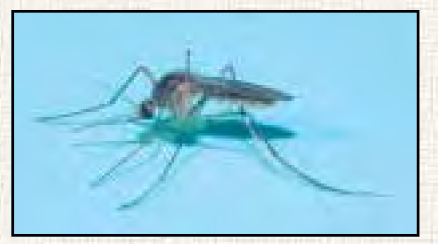
تنتقل فيروسات هذه الأمراض بواسطة البعوض من العوائل الطبيعية ـ الطيور البرية والقوارض ـ إلى الإنسان والخيل فتسبب إلتهاب الدماغ والنخاع، عليه توجد هناك دورة للفيروس في البر (Sylvan cycle) بين الطيور البرية، والقوارض دون أن يصاب أيهما بأذى، لكن عندما يتعرض الإنسان أو الخيل للبعوض ينتقل إليهم الفيروس ويسبب المرض.

عند وصول الفيروسات إلى دم الخيل فإنه يتكاثر داخل كريات الدم البيضاء، ثم ينتقل إلى العقد الليمفاوية (Lymph)، ويكثر بدرجة عالية في الدم، ثم ينتقل إلى أجزاء أخرى من الجسم ومنها الدماغ.

تحدث العدوى دائماً في الصيف، حيث تزداد أعداد الناقل الحشري بصورة كبيرة، وتنقل بعوضة الـ (Culiseta melannra) المرض الشرقي، وبعوض الـ (Culix spp. and Aedes spp) المرض الغربي، والبعوض والحشرات الماصة الأخرى المرض الفنزويلي.

● الأعراض السريرية

بعد تعرض الخيل للفيروس عن طريق العض الحشري، تظهر الأعراض بعد فترة حضانة ربما تصل لأسبوع، تتلخص الأعراض السريرية في الحمى والخمول وفقدان الشهية، وأعراض عصبية مثل شلل البلعوم وعدم التوازن وشلل الأرجل، ثم الرقاد حتى الموت الذي يحدث خلال سبعة أيام من ظهور الأعراض، تصل نسبة الوفاة إلى ٩٠٪ في الشرقي و ٣٠٪ في الغربي و ٨٠٪ في الفنزويلي.



● بعوضة الكيوليستا ناقلة لالتهاب الدماغ الفيروسي الخيلي الشرقي(EEE).

● التشخيص المختبري

تتلخص طرق التشخيص المختبري فيما يلي:ـ

١ـ عزل الفيروس من دماء الخيل أثناء الحمى العالية، وذلك بحقن الفئران الرضيعة في المخ.

٢ـ التعرف على الفيروس بواسطة التقنيات المصلية، مثل الآلايزا، وتحييد الفيروس، وتثبيت المتمم، وتقنية منع تخثر كريات الدم الحمراء.

● العلاج والسيطرة

يمكن علاج المرض والسيطرة عليه وفقاً لما يلي:

١ـ إعطاء علاجات مساعدة كالمحاليل الغذائية والمسكنات ومضادات الالتهاب.

٢ـ مكافحة الحشرات.

٣ـ إعطاء اللقاحات المناسبة في الوقت المناسب.

التهاب الفم الحويصلي الفيروسي

كان مرض التهاب الفم الحويصلي الفيروسي (Vesicular Stomatitis Virus) منحصراً في الأمريكتين، إلا أنه ظهر في فترات متباعدة في فرنسا وجنوب أفريقيا.

يصيب المرض الخيل والبقر وربما بعض الحيوانات الأخرى، حيث يتسبب في ظهور حويصلات في الفم والقدم والحلمات، وقد تشبه أعراضه أعراض الحمى القلاعية، ولكن الحمى القلاعية لاتصيب الخيل.

ينتمي الفيروس المسبب للمرض لعائلة الـ (Rhabdoviridae) جنس الـ (Vesiculo Virus)، وهي نفس العائلة التي ينتمي إليها فيروس السعار (Rabies).

● طرق الانتقال

ينتقل الفيروس ـ عادة ـ عن طريق الملامسة، ولكن تم عزله من عدة حشرات ماصة للدماء وغيرها، مما يوحي إلى احتمالية انتقاله ميكانيكياً عن طريق الحشرات.



● حيوان يحك نفسه على الأشياء التي حوله.

● الأعراض السريرية

يصاب الحيوان بالحمى التي قد تصل لدرجة ٤٠ـ٤١م° بعد فترة حضانة تصل إلى ٢٤ـ٢٨ ساعة، ثم تظهر حويصلات في الغشاء الطلائي للفم، مما يجعل الحيوان يحك نفسه على الأشياء التي حوله. كما تظهر حويصلات في القدم مما يسبب العرج والألم عند المشي، كذلك تظهر الحويصلات على حلمات الثدي مما يسبب التهاب الضرع.

تستمر أعراض المرض لمدة ٤ـ٧ أيام وتنتهي عادة دون إحداث وفيات.

● التشخيص المختبري

يمكن تشخيص المرض مختبرياً وفقاً لما يلي:

١ـ عزل الفيروس من سائل الفقاعات بالفم أو القدم، وذلك بحقن الفئران الرضيعة أو الأنسجة الخلوية أو أجنة البيض.

٢ـ التعرف على الفيروس بواسطة التقنيات المصلية مثل الألايزا، وتثبيت المتمم، وتحييد الفيروس، والترسيب المناعي على الآقار.

● العلاج والسيطرة

يمكن علاج المرض والسيطرة عليه كما يلي:ـ

١ـ اتباع الطرق الصحية العامة.

٢ـ عزل الحيوانات المريضة عن السليمة.

٣ـ مكافحة الحشرات الناقلة للمرض.

٤ـ استخدام اللقاحات المناسبة.

فيروس غربي النيل والتهاب الدماغ

يصيب هذا المرض الخيل والإنسان والطيور (وبخاصة الأوز)، وقد سجل في أوربا وأفريقيا، وآسيا، وأخيراً ظهر في عام ١٩٩٩م في أمريكيا الشمالية وبخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية حيث سجلت الآف الحالات في البشر والخيول.

ينتمى الفيروس المسبب للمرض لعائلة الـ (Flaviviridae) جنس (Flavivirus)، وهي نفس العائلة التي ينتمي إليها فيروس الحمى الصفراء في الإنسان.

● الأعراض السريرية

تظهر الأعراض في الحصان بعد فترة حضانة من ٧ـ١٤ يوماً على شكل خمول وعدم توازن في السير، مع جر الأرجل والجثي على الركبتين، وفقدان الشهية، وضعف العضلات، ثم الشلل وعدم القدرة على الوقوف، ثم الموت. وتتعرض كثير من الأحصنة الناجية من المرض لعواقب تدل على عاهات عصبية مستديمة، ولا تصاب بالمرض مرة أخرى. تبلغ نسبة الوفاة من هذا المرض حتى ٣٣٪.

● طرق الانتقال

ينتقل المرض بواسطة البعوض الماص للدماء. وقد عُرف ـ حتى الآن ـ ٥٨ نوعاً منها تستطيع حمل الفيروس، ولكن تعد بعوضة الـ (Culex Pipiens) هي الناقل الأساس للمرض.

تلعب الطيور البرية الدور الأساس كوعاء للفيروس، حيث سجل ٣٠٠ نوعاً من الطيور التي تحمل الفيروس. ولعل طائر الزرزور ـ طائر منزلي ـ المتواجد في كل أنحاء الدنيا يلعب الدور الأكبر في نشر المرض. فدماؤه تحتوي على كميات كبيرة.



● حيوان مصاب بالتهاب الأنف الخيلي.

● التشخيص المختبري

يشخص المرض كمايلي:ـ

١ـ عزل الفيروس في أجنة البيض.

٢ـ التعرف على الفيروس بالطرق المصلية كالألايزا.

٣ـ فحص مصل الحيوان المصاب عند المرض وبعد أسبوع من الشفاء، حيث يدل خلو المصل الأول من الأجسام المناعية وتواجدها في عينة المصل الثانية على الإصابة بالمرض.

● العلاج والسيطرة

يمكن علاج المرض والسيطرة عليه كمايلي:ـ

١ـ اعطاء المحاليل المساعدة ومضادات الألتهابات.

٢ـ مكافحة الحشرات الماصة للدماء.

٣ـ إعطاء اللقاح للأحصنة المتعرضة للمرض.

التهاب الأنف والرئة الخيلي

ينتشر مرض التهاب الأنف والرئة الخيلي (Equine rhinobneumonitis)، في جميع أنحاء العالم. ينتمي الفيروس المسبب للمرض لعائلة الـ (Herbesviripae) وهو من النمط ٤ (Equine herpesvirus 4)، وينتقل عن طريق استنشاق الفيروس مباشرة من البيئة الملوثة به.

● الأعراض السريرية

مع أن الأصابة بهذا المرض تؤدي إلى أعراض بسيطة نسبياً مقارنة بأمراض الخيل الأخرى، إلا أنه في بعض الأحايين قد يحدث الأجهاض للأفراس الحاملات.

تستغرق ـ عادة ـ فترة الحضانة بين ٢ إلى ١٠ أيام، ثم تعقبه الحمى والخمول وجريان الأنف مع التهابهما، ثم التهاب الرئة. تأخذ فترة المرض حوالي أسبوعين وبعدها يشفى الحيوان تماماً، إلا إذا تعقدت بالإجهاض والإصابة بالبكتيريا الثانوية.

● التشخيص المختبري

يشخص المرض وفقاً لما يلي:ـ

١ـ عزل الفيروس بأخذ مسحات من الأنف

وزراعته في الأنسجة الخلوية من أصل خيلي. ولاينمو في خلايا مستنبطة في الأرانب كبقية الفيروسات التي من جنسه.

٢ـ التعرف على الفيروس بواسطة التقنيات المصلية مثل تقنية الألايزا.

● العلاج والسيطرة

يمكن علاج المرض والسيطرة عليه كما يلي:ـ

١ـ حفظ الخيل في أماكن دافئة وجافة مع تفادي الرطوبة والتعرض للبرد.

٢ـ اتخاذ الاجراءات الصحية بعزل الخيل المصابة والخيل المجلوبة حديثاً للمزرعة.

مرض الثالول الخيلي

مرض الثالول الجلدي (Equine Papillomatosis) مرض فيروسي يصيب الفصيلة الخيلية ويتسبب في إحداث ثواليل حميدة على جسم الحيوان، حيث يتركز بعض هذه الثواليل على المنطقة الجنسية بالذات.

ينتمي الفيروس المسبب لهذا المرض إلى عائلة الـ (Papillomauiridae) جنس الـ (Papillomavirus).

● الأعراض السريرية

يتميز هذا المرض بأحداث ثواليل حميدة في منطقة الأنف والشفاه والأعضاء التناسلية الخارجية في ذكور و إناث الفصيلة الخيلية. تتفاوت أحجام هذه الثواليل وأعدادها، ولكنها غالباً ما تنتهي خلال ثلاثة شهور من ظهورها.

● التشخيص المختبري

تدل الصورة السريرية على المرض، ولكن يمكن إجراء التشخيص المختبري للتأكد من وجود الفيروس، وذلك بالآتي:

١ـ استشعار الفيروس عن طريق تقنيات الأحياء الجزيئية مثل استعمال تقنية الـ PCR.

٢ـ استشعار الفيروس بواسطة تقنيات الترقيم المناعي الإنزيمي أو الوميضي.

● العلاج والسيطرة

ينتهي المرض ـ عادة ـ دون تدخل علاجي. ولكن في بعض الحالات تزال الثواليل جراحياً، كما يستخدم في بعض البلدان اللقاح الذاتي ولكن نتائجه غير مشجعة.

إنفلونزا الخيول

إنفلونزا الخيل (Equine influeuza) مرض وبائي شديد العدوى منتشر في جميع القارات عدا استراليا ونيوزيلندة. ينتمي الفيروس المسبب للمرض لعائلة الـ (Orthomyxoviridae) لمجموعة (Influeuza-a). والحقيقة أن المرض يسببه نمطان من نفس المجموعة (A) وهما:ـ (Equid I (H7 N7) Equid 2 (H3 N8

● الأعراض السريرية

ينتقل المرض عن طريق الجهاز التنفسي، فبعد فترة حضانة ١ـ٣ أيام تظهر الحمى والخمول وفقدان الشهية والكحة. تتعرض بعض الخيل للخوف من الضوء مع سيلان من الأنف والعيون. كما يمكن أن يحدث إلتهاب رئوي مع هجوم البكتيريا الثانوية. تزداد حدة المرض عند صغار الخيل.

● التشخيص المختبري

يمكن تشخيص المرض في المختبر بأخذ مسحات من الأنف وزرعها في أجنة البيض لعزل الفيروس. يلي ذلك التعرف على الفيروس بواسطة التقنيات المصلية مثل منع التخثر والأحياء الجزيئية مثل الـ RCR.

● العلاج والسيطرة

يمكن علاج المرض باستعمال اللقاحات، وعزل الخيل المصابة. واستخدام الطرق الصحية في نظافة الأسطبلات.

مرض الهيربس الخيلي الإجهاضي

يتواجد مرض الهيربس الخيلي الإجهاضي (Cquine herpesvirus abortion ehv-1) في



● فرس حديث الولادة مصاب بهربس الخيل لا يقوى على القيام.

أغلب أقطار الدنيا. حيث يسبب الإجهاض وبعض الأعراض العصبية في الفصيلة الخيلية، وهو مرض يسببه فيروس من عائلة (Herpesviridaea) جنس (Varicellovirus) نمط (EVH-1). وينتقل عن طريق الجهاز التنفسي وكذلك الجنسي.

● الأعراض السريرية

يسبب هذا المرض بعض الأعراض التنفسية الخفيفة ولكنه يتسبب في إجهاض الأفراس بعد الشهر السابع للحمل. كما تصاب بعض الأجنة داخل الرحم وتولد ضعيفة ولاتقوى على الوقوف، وعادة ما تنفق خلال الأيام الأولى من ولادتها. وربما تتأثر بعض الخيل البالغة تأثراً عصبياً دائماً يؤدي إلى إعاقتها.

● التشخيص المختبري

يتم تشخيص المرض بالمختبر بعزل الفيروس من الأجنة المجهضة ومن مسحات أنوف الخيل البالغة، وعادة من النسيج الخلوي للأرانب والخيل. بعدها يتم التعرف على الفيروس عن طريق التقنيات المصلية مثل الألايزا تقنيات الأحياء الجزيئية مثل الـ PCR.

● العلاج والسيطرة

يتم السيطرة على المرض وعلاجه باعطاء اللقاح المناسب. واتخاذ الإجراءات

الصحية في الاسطبلات، وعزل الأفراس الحاملة عن بقية القطيع.

السعــــار

ينتمي الفيروس المسبب للسعار لعائلة الـ (Rhabdoviridae)، جنس الـ (Lyssavirus). وهو ينتقل عن طريق العض من الحيوان المصاب إلى الحيوان السليم القابل للإصابة.

ومع أن الفصيلة الخيلية عرضة للإصابة بفيروس السعار (Rabies)، كغيرها من الحيوانات ذوات الدم الحار، إلا أنه نادر الحدوث بها. ولكنها عندما تصاب به تظهر عليها أعراض سريرية عنيفة.

● الأعراض السريرية

تظهر الأعراض السريرية عند الخيل خلال فترة تتراوح ما بين ثلاثة أسابيع إلى ثلاثة شهور من تعرضها للعض من حيوان مصاب، حيث يدخل اللعاب الملوث بالفيروس الجرح وينتقل عن طريق الأعصاب، إلى المخ.

يمكن أن تظهر أعراض السعار الخامل أو العنيف في الخيل. يتمثل النوع الخامل في ضعف عام وعرج وشلل بالفك، ويبدو وكأنه يعاني من خنق في حلقه. مع جريان اللعاب بصورة كثيفة. ثم الرقاد على جانب واحد ثم الموت.

أما النوع العنيف، فيكون فيه الحيوان شرساً مهاجماً لكل متحرك حوله. ثم يعض نفسه وربما يقطع قضيبه في حالة الذكور.

● التشخيص المختبري

يتم التشخيص المختبري بأخذ المخ وفحصه لوجود الفيروس عن طريق التقنيات المصلية أو الأحياء الجزئية أو حقن الفئران.

● العلاج والسيطرة

لايوجد علاج للسعار، ويستحسن التخلص من الخيل التي تظهر عليها الأعراض بصورة إنسانية، مع استعمال اللقاح عند اللزوم.

حركة الخيل العالمية والتشبيب والأمراض الفيروسية

هنالك بعض من أمراض الخيل الفيروسية تتحكم في حركتها بين الدول. سواءً كانت الحركة من أجل المشاركة في المهرجانات أو السباقات العالمية أو للتجارة. ولذلك يتوجب على أصحاب الخيل المشاركين في هذه النشاطات استخراج شهادة خلو من تلك الأمراض. ويجب أن تكون هذه الشهادة من مختبر معروف لدى السلطات المحلية والعالمية ومستوفي لمواصفات الجودة المحلية والعالمية.

ومن أهم الأمراض التي يجب أن يستخرج لها شهادات خلو منها ما يلي:ـ

١ـ طاعون الخيل.
٢ـ مرض فقر الدم الخيلي المعدي.
٣ـ إلتهاب الشرايين الفيروسي الخيلي.

أما في حالة التشبيب (التلقيح) فيجب استخراج شهادة خلو الخيل من الأمراض التالية:ـ

١ـ إكزيما الجماع الخيلي الفيروسي.
٢ـ إلتهاب الدماغ (EEE&WEE).
٣ـ إلتهاب الشرايين الخيلي الفيروسي.
٤ـ فقر الدم الفيروسي الخيلي.
٥ـ الطاعون الخيلي.

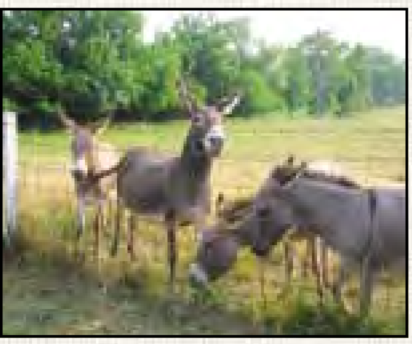
وبائية الأمراض الفيروسية

بالرغم من تناقص أعداد الحمير المستأنسة في الكثير من دول العالم المتحضر، إلا أنها موجودة وبأعداد كبيرة في الكثير من دول أفريقيا وأمريكا الجنوبية وآسيا. كذلك يوجد الحمار الوحشي في أفريقيا وفي معظم حدائق الحيوان في دول العالم المختلفة، كما يوجد كذلك في المزارع الخاصة ببعض الدول الغنية. أما البغال فقد تناقصت أعدادها كثيراً؛ ولا توجد إلا بأعداد بسيطة في بعض الدول.

نجدفي كثير من الدول التي توجد بها أعداد كبيرة من الحمير المستأنسة أنها لا تكون بمنأى عن أماكن تواجد الخيل. وقد اتهمت الحمير بأنها عائل للكثير من أمراض الخيل الفيروسية، ولكن لم تُجرى حتى الآن تجارب كافية لتثبت أو تنفي ذلك. ولكن من ناحية أخرى وجدت كميات كبيرة من الأجسام المناعية في دماء تلك الحمير دون ظهور تلك الأمراض عليها.

خلاصة الأمر، أن دور الحمار المستأنس والوحشي والبغال في وبائية أمراض الخيل الفيروسية لم تعطى الدراسة الوافية حتى الآن. وهذا مجال هام للدراسة المستقبلية في البلدان العربية بالذات لوجود هذه الفصائل الخيلية بوفرة.

من جانب آخر هناك عدة أمراض فيروسية خطيرة جداً تصيب الإنسان من الخيل في كثير من دول العالم. ولكن للأسف لم تحظ بدراسات وافية لمعرفة الدور الذي تلعبه الفصيلة الخيلية في وبائية تلك الأمراض في الإنسان. وبما أن الخيل على صلة حميمة بالإنسان فإنه يتوقع أن تلعب دوراً كبيراً في وبائية بعض تلك الأمراض في الإنسان. ومن تلك الأمراض: التهاب الدماغ الفيروسي بأنواعه المختلفة (الشرقي والغربي والفينزويلي)، وكذلك السعار.



● الحمار المستأنس له دور كبير في كثير من الأمراض الفيروسية للخيل.



يعد طاعون الخيل أو مرض الحصان الأفريقي (African Horse Sickness) من أهم أمراض الخيل وأشدها فتكا، كما أنه يصيب البغال والحمير وحمير الوحش. ينتقل المرض بواسطة مفصليات الأرجل، وله أشكال متباينة، تتراوح ما بين الشكل "الصامت" الذي لا تصحبه أعراض ظاهرة ـ خصوصاً في الحمير وحمير الوحش ـ إلى الشكل فوق الحاد الذي يسبب وفيات تبلغ أحياناً ٩٥٪ في الخيل.

عرف المرض بأسماء عديدة أخرى تختلف باختلاف حدته وأعراضه السائدة ومن تلك الأسماء طاعون الخيل (Pestis equourum) أو (La Peste Equina) ، و "النجمة" (Nijma) و مرض بريسكا "Perdesiekte" ، أو بارديسكا "Pardeziekte" ، نسبة إلى منطقتين في جنوب أفريقيا حدث فيهما أوبئة هائلة قضت على عدد ضخم من الخيل وحتى الحمير. كما يسمى "مرض الرأس النحيف" (Dunkop) و "مرض الرأس الكبير" (Dikkop).

عُرف مرض الحصان الافريقي منذ القدم، ويعتقد بعض الباحثين غير المسلمين أنه الطاعون الخامس في ترتيب الطواعين العشرة التي فتكت بمصر في عهد الملك **رمسيس الثاني** قبل أكثر من ٣٣٠٠ سنة، وهي الطواعين التي ذُكرت في سفر الخروج، وكذلك في بردية إبوير. فيما يرى البعض أنه ربما كان مخزوناً في عائل ما من وحيدات الحافر البرية في بعض أنحاء أفريقيا منذ القرن الثاني الميلادي.

يعد العرب في جنوب الجزيرة العربية أول من وصف المرض قبل حوالي سبعة قرون، وذلك في كتاب "الأقوال الكافية والشافية" وهو مخطوط بيطري في خمسمائة صفحة، كتبه **الملك المجاهد**، ملك الجزيرة العربية واليمن، في سنة ٧٥٨ للهجرة (١٣٥٨م) ووصف فيه حدوث وباء كبير لطاعون الخيل في اليمن سنة ٧٢٨ للهجرة (١٣٢٧/١٣٢٨م). كما ذكرت بعض المراجع التاريخية القديمة ظهور المرض في خيل جُلبت من الهند إلى شرق أفريقيا سنة ١٥٦٩م. أما أول وصف علمي له في العصر الحديث فيعود إلى مطلع القرن الماضي.

اتضحت الأهمية الكبرى لمرض الحصان الافريقي لدى وصول المستعمرين الأوربيين بخيلهم إلى جنوب أفريقيا في منتصف القرن الرابع عشر. حيث بيّنت سجلات الشركة الهولندية لشرق الهند أن ذلك المرض شكّل عقبة من أهم العقبات التي جابهت المستعمرين، وأن وباءً كبيراً تفشى في منطقة رأس الرجاء الصالح سنة ١٧١٩م أدى إلى موت ١٦٠٠ حصان، مما تسبب في خسائر جسيمة لبعض المستكشفين ـ أمثال **لفنجستون (Livingstone)** ـ واضطرهم إلى السير على الأقدام أو ركوب الثيران لمسافات طويلة. وفي القرن التاسع عشر فقد الكثير من الرحالة والصيادين والمبشّرين في جنوب أفريقيا خيلهم بسبب هذا المرض الذي ما فتىء يظهر بشكل لا يكاد ينقطع طوال القرن التاسع عشر وحتى الآن.

والواقع أن أحد الأسباب الرئيسة لإنشاء مختبرات **أوندر أستبورت** (Oonder stepoort) البيطرية الشهيرة في جنوب أفريقيا هو اهتمام **تايلر (Theiler)** بمرض الحصان الافريقي الذي كان منتشرا في تلك المناطق، والذي احتار الباحثون في القرن التاسع عشر في سببه، فمنهم من ظن أنه ناتج عن التهام بعض النباتات السامة، ومنهم من حسبه ضرباً من الحمى الفحمية، ومنهم من ظنه نظيراً لمرض الملاريا في الإنسان، كما شخّصوه أحياناً بالقلب المائي (Heart water) وأحيانا أخرى بداء البيروبلازمات الخيلي (ملاريا الخيل)، حتى تمكن **ماكفادين (McFadean)** و **تايلر (Theiler)** وغيرهم من اكتشاف مُسبِّبه في مطلع القرن الماضي . وما زال المرض متمركزاً في أفريقيا جنوب الصحراء ـ خصوصاً في شرق أفريقيا ووسطها وفي بعض مناطق جنوب أفريقيا كجنوب شرق الترانسفال ـ مسبباً أوبئة بين حين وآخر، وإن كانت نسبة انتشاره قد انحسرت كثيراً منذ اكتشاف لقاح للوقاية منه قبل حوالي ٧٠ عاماً. ورغم أن الصحراء الكبرى تمثل حاجزاً منيعاً لانتشاره في شمال أفريقيا، إلا أنه يتسرب إليها وإلى خارجها أحيانا عن طريق وادي النيل، وقد سبّب أوبئة كاسحة في مختلف أنحاء الشرق الأوسط وآسيا ومنطقة البحر المتوسط في أواخر الخمسينات والستينات من القرن الماضي.

تحدث الإصابة بمرض الحصان الافريقي على شكل أوبئة كبيرة مرة كل ٢٠ – ٣٠ سنة، ويعد الوباء الذي حدث في رأس الرجاء الصالح سنة ١٩٥٥م أشد وباء عرف حتى يومنا هذا، حيث أدى إلى هلاك نحو ٧٠ ألف حصان، كانت تمثل ٤٠٪ من عدد الخيل في جنوب أفريقيا في ذلك الوقت. وقد زاد من شدة تلك الخسارة الهائلة أن الخيل كانت من أهم وسائل النقل والعمل في ذلك الوقت.

العامل المسبب

تحدث الإصابة بمرض الحصان الافريقي بفيروس يتبع لجنس فيروسات أوربي (Orbivirus)، التابع لفصيلة ريو (Reoviridae)، وهو ميّال للأحشاء. يتكون الفيروس من تسعة أنواع مصلية أو عتر (Strains) متوطنة في أفريقيا تختلف في بعض خواصها الضدّية (الأنتجينية) وضراوتها، ولا تُحصّن ضد بعضها البعض إلا جزئياً. وقد اكتشف آخر عترة منها قبل أكثر من ٤٠ عاماً، مما يشير إلى ثبات التركيب الضدي للفيروس، رغم أن حمضه النووي مفصص ويُعتقد أن عُتر الفيروس التسع قد نشأت عبر قرون عديدة. يمكن حفظ الفيروس في محلول الملح الفسيولوجي المحتوى على ١٠٪ من المصل لأكثر من ٦ شهور في درجة حرارة ٤مْ. كما يمكن الإبقاء عليه حيويا لأكثر من ٢٠ عاماً في الدم بإضافة بعض المواد الحافظة (مثل الجلسرين والأكسالات وحمض كربوليك) في

الماء المقطر ولغاية ٤٠ عاماً بالتجفيد.

طـــريقـــة الانـــتـقـــال

ينتقل فيروس مرض الحصان الافريقي انتقالاً حيوياً بواسطة مفصليات الأرجل، خصوصاً الهوام (الهاموش) من جنس (Culicoides) وبعض أنواع المفصليات الأخرى الماصّة للدم كالبعوض، وقد ينتقل ميكانيكياً بواسطة ذباب الخيل، وذباب الإصطبلات والقراد والإبر الملوثة الخ، علما بأن انتقاله ميكانيكياً محدود الأهمية مقارنة مع انتقاله الحيوي بواسطة الهوام.

ظهرت أولى مؤشرات انتقال المرض بواسطة مفصليات الأرجل في عام ١٩٠٣م، ولكن الناقل الرئيس ـ (Culicoides imicola) ـ لم يكتشف إلا في سنة ١٩٤٤م، ومنذ ذلك الحين عرفت أنواع أخرى عديدة من جنس (Culicoides) تنقل الفيروس المسبّب لهذا المرض، منها: (C.miombo,) و (C.bolitinos,) و (C.loxodontis) و (C. pseudopallidipennis) وغيرها.

تنشط الهوام عموما في المساء وفي الصباح الباكر قبل شروق الشمس، حيث تشاهد النجوم إذا كانت السماء صافية، ومن هنا جاءت تسمية المرض بمرض "النجمة". ولا تستطيع الهوام الطيران سوي بضعة كيلومترات بعيدا عن أماكن تكاثرها، ولكن يمكن أن تحملها الرياح إلى مناطق بعيدة.

يبدأ ظهور مرض الحصان الافريقي ـ في البلدان التي يتوطن فيها ـ في مواسم هطول الأمطار وتكاثر الهوام، وتزداد نسبته في المناطق المنخفضة الدافئة والرطبة، وفي المستنقعات، وأماكن تجمّعات المياه الراكدة. حيث تقوم الهوام أحيانا بمهاجمة الحيوانات بأعداد كبيرة جداً قد تبلغ مئات الألوف. وقد أجريت دراسات عديدة على أنواع من الهوام لمعرفة ما إذا كان الفيروس يبقى فيها حيوياً أثناء الشتاء، ولم يثبت انتقال المرض عبر بيض الحشرة.

الجدير بالذكر أن الهوام من نوع (Culicoides imicola)وأنواع أخرى من الجنس نفسه الذي ينقل مرض الحصان الافريقي توجد في مختلف أنحاء المملكة العربية السعودية.

التـــوزيـــع الجغـرافـــي

يتوطن مرض الحصان الافريقي في وسط أفريقيا وشرقها وجنوبها، وينتشر من آن لآخر إلى شمال أفريقيا وجنوب البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط وبعض نواحي آسيا. وهو مرض أفريقي بحق، لم يعرفه الأوربيون إلا بعد استيطانهم في جنوب أفريقيا وجلب خيلهم إليها في أواسط القرن السابع عشر.

يدل وصف العرب له قبل ذلك التاريخ بقرون على أنه كان يتسرب إلى خارج أفريقيا منذ قديم الزمان. وحالياً تقتصر عتر الفيروس من ١-٣، ومن ٥-٨ على أفريقيا. أما العترة رقم ٩ فقد ظهرت سنة ١٩٥٩م في فلسطين المحتلة وإيران وباكستان وأفغانستان والهند وأفغانستان، ثم ظهرت مرة ثانية في تلك البلدان سنة ١٩٦٠م، وانتشرت منها إلى الهند وتركيا والعراق وسوريا ولبنان والأردن وقبرص، وفي العام التالي ظهرت في تركيا وإيران والأردن والعراق ودول الخليج العربية مما أدى إلى نفوق ٣٠٠ ألف حصان، كما ظهرت في الهند وباكستان مما أدى إلى نفوق ٩٠٪ من الخيل المصابة. وظهرت العترة نفسها مرة أخرى في المملكة في سنة ١٩٨٩م.

امتد المرض في عام ١٩٦٥-١٩٦٦م إلى شمال أفريقيا على طول ساحل البحر المتوسط، وشبه جزيرة أيبريا، وكان ناجماً أيضاً عن العترة ٩، وخلال الأعوام من ١٩٨٧-١٩٩٠م ظهرت العترة ٤ في أسبانيا، ويعتقد أن مصدرها كان حمير وحش مجلوبة من ناميبيا، كما ظهرت في البرتغال، ومن ثم المغرب والجزائر. على أن معظم تلك الأوبئة ـ سواء في آسيا أو الشرق الأوسط أو دول البحر المتوسط ـ لم تؤد بالضرورة إلى توطُّن المرض في تلك الأماكن، باستثناء بعض الدول التي ظل موجوداً فيها لخمس سنوات أو أكثر.



› مفصليات الأرجل من أهم ناقلات طاعون الخيل

لا توجد معلومات كثيرة منشورة عن مرض الحصان الافريقي في شبه الجزيرة العربية، ولكن تم تسجيله لأول مرة كحالات فردية في الخيل في المملكة العربية السعودية سنة ١٩٥٩م، كما سُجل ثانية بين عامي ١٩٨٩م و ١٩٩٠م، في منطقة أبها جنوب المملكة. وقد نجمت تلك الحالات عن العدوى بالعترة ٩، وبين الأعوام ١٩٩٢ - ١٩٩٥م أجرى الباحثون في كلية الطب البيطري والثروة الحيوانية بالأحساء اختبارات مصلية علاوة على محاولات لعزل الفيروس في عدد من الخيل الكاشفة في مدينة خميس مشيط، بالقرب من أبها، ولكنها لم تسفر عن وجود إصابات خلال الفترة المذكورة.

كذلك سجّل المرض في دولة قطر، ولكن تشخيصه تمّ بناء على اكتشاف أجسام مضادة في أمصال حيوانات محصّنة، مما يشير إلى أنها ربما نتجت عن التحصين. ويبدو أن المرض موجود في بعض أنحاء اليمن وسلطنة عمان، بينما تشير تقارير مكتب الأغذية والبيطرة التابع للاتحاد الأوربي إلى خلو دولة الإمارات العربية المتحدة منه.

الحيوانات القابلة للعدوى

يصيب مرض الحصان الافريقي جميع أنواع الفصيلة الخيلية، ولكن بدرجات متفاوتة، وتعد الخيل أشدّ قابلية للعدوى، تليها البغال، فالحمير، فحمير الوحش. تتراوح نسبة النفوق في الخيل ما بين ٥٠-٩٥٪ في آسيا والشرق الأوسط، وحوالي ٥٠٪ في البغال، وقد تصل النسبة إلى ١٠٪ في الحمير. أما في أفريقيا فعادة ما تكون الحمير مقاومة للمرض، وإصاباتها طفيفة أو صامتة ولا تسبب الموت. ينطبق ذلك أيضاً على حمار الوحش الافريقي الذي يتميز بمقاومة عالية وعدم وجود أعراض مرضية رغم بقاء الفيروس في دمه لمدة تصل أحياناً إلى ٦ أسابيع. ومن الحيوانات الأخرى القابلة للعدوى الأخدري (Onager) وهو نوع من الحمر الوحشية.

تُصاب الكلاب بالفيروس نتيجة تناول لحوم الخيل المريضة، وهي أيضاً قابلة للعدوى بالطرق المخبرية، ولكن لا يعرف بشكل مؤكد ما إذا كانت العدوى تنتقل إليها عن طريق الهوام. كما سُجلت إصابات صامتة في الإبل، ولكن لا يُعرف الكثير عن مستوي حميّة الدم (Viremia) ومدتها في تلك الحيوانات. وقد وُجدت أيضاً نسبة عالية من الحالات الإيجابية للمرض في الأفيال الافريقية، وذلك بناء على اختبار تثبيت المتمّمة، ومع ذلك لم يتمكن أحد من إحداث عدوى مخبرية في تلك الحيوانات، مما يدل على عدم قابليتها للعدوى، وربما كانت التفاعلات المصلية المرصودة فيها ناجمة عن صفات غير طبيعية خاصة بمصل الفيل. وعلى أية حال، فإن الحيوانات المذكورة جميعها ليست سوى عوائل عارضة، لا يقوم أي منها بدور يذكر في وبائيات مرض الحصان الافريقي.

أمكن ـ تجريبياً ـ إحداث عدوى بفيروس مرض الحصان الافريقي في أنواع مختلفة من الحيوانات، ومنها المعز وابن مقرض(Ferret) وخنازير غينيا والفئران، ويعد ابن مقرض من الحيوانات المفيدة في عزل الفيروس في المختبر. أما الأرانب فتتميز بمقاومة عالية. وقد سجلت مختبرات **الرازي** في إيران وجود أجسام مضادة لفيروس طاعون الخيل في أمصال اثنين من فنييها مما لفت النظر إلى إمكانية انتقال المرض للإنسان. وقد دلّت الدراسات التالية على عدم انتقال العدوى بالفيروس الحقلي إلى الإنسان، ولكن بعض الفيروسات اللُقاحية الميّالة للنسج العصبية (Neurotropic vaccinal strains) قد تنتقل إلى العاملين في المختبرات عن طريق الاستنشاق، مسببة التهاباً في الدماغ وفي شبكية العين ومشيميتها.

الإمراضية

عند "حقن" الفيروس في جسم الحيوان بواسطة الحشرة، ينتقل سريعاً إلى العقد اللمفاوية الموضعية والأعضاء الليمفاوية الأخرى كالطحال والغدة التيموسية ليتكاثر، ثم يعود إلى الدم بتركيز عال نسبياً في الحيوانات المريضة، وفي الأنسجة الليمفاوية (الطحال والعقد الليمفية) والرئتين، كما يوجد بكمية قليلة في السوائل النسيجية والمصلية والبول والحليب، وعموماً لاتنقل تلك الإفرازات العدوى. وفي الغالب لا تدوم حمّية الدم (Viremia) في الخيل لأكثر من ٤-٨ أيام متزامنة مع الحمى، أما في البغال فقد تستمر أحياناً لغاية ١٧ يوماً، بينما في الحمير وحمير الوحش فقد تستمر لشهراً أو أكثر. وفي تلك الأثناء يُسبب الفيروس دمارا لبطانة الأوعية الدموية، مما يؤدي إلى حدوث خلل في وظائف الجهاز الدموي الدوري.



نصف الحمار الأخدري (Onager) من أكثر الحيوانات القابلة لعدوى طاعون الخيل

تتوقف حدّة المرض ونسبة النفوق على نوع الفصيلة الخيلية وضراوة العترة (virivence) المسببة للمرض ونوع الناقل، كما تتوقف على مدى تعرض الحيوانات المحلية للفيروس في الطبيعة وما تلقته من تحصين من قبل. وقد عُرف مرض الحصان الافريقي منذ مطلع القرن الماضي حيث وجد بعض الباحثين في السودان أن نسبة عالية جداً (٩٨٪) من الحمير المحلية غير المحصّنة، تحتوي أجسامها على أجسام مضادة للفيروسات دون أن تظهر أعراض مرضية على أي منها، بينما يتخذ المرض في الخيل شكلاً حاداً أو فوق الحاد ويسبب نسبة نفوق عالية. وبناء على تلك النتائج، يرى الباحثون أن الحمير المحلية تقوم بدور مهم كخازن للمرض في ذلك البلد. من جانب آخر، فشل بعض الباحثين في العثور على الفيروس في أنسجة الجسم المختلفة في الحمير بعد مرور ١٤-١٩ يوماً من تعريضها لعدوى مخبرية بالعترة ٤ من فيروس مرض الحصان الأفريقي، مما دعاهم إلى استنتاج أن الحمير ربما لا تكون خازناً أساسياً للمرض على المدى الطويل.

تكتسب الحيوانات بعد شفائها من هذا المرض مناعة صلبة تدوم مدى الحياة للعترة الفيروسية المسببة للمرض، ومناعة جزئية للعتر الأخرى، كما تنتقل المناعة من الأمهات إلى مواليدها.

الأعراض السريرية

تتراوح فترة الحضانة في العدوى التجريبية في الخيل ما بين ٢-١٤ يوماً، وتبلغ في معظم الأحيان ٥-٧ أيام. أما في العدوى الطبيعية فيختلف طول فترة الحضانة باختلاف الشكل المرضي. وهناك أربعة أشكال تقليدية للمرض هي:

النوع الرئوي

يُعرف النوع الرئوي أو فوق الحاد (Peracute Form) في جنوب أفريقيا بمرض الرأس النحيفة (Dunkop)، وهو أشد الأنواع حدّة، ويتميّز بفترة حضانة قصيرة مدتها ٣-٥أيام، تعقبها إصابة شديدة ومتطورة بالجهاز التنفسي وحمى شديدة تبلغ ٤١-٤٥ مْ، وأحيانا تكون الحمى هي العرض الوحيد قبل موت الحيوان، ولكن غالباً ما يتبعها ضيق شديد في التنفس، وقد ترتفع سرعة التنفس من ٦٠ إلى ٨٥ مرة في الدقيقة، ويعاني الحيوان بشدّة للحصول على الأكسجين، فيقف مباعداً بين رجليه الأماميتين وممدّدا رقبته، بينما تكون فتحتا أنفه مفتوحتين لأقصى حدّ ممكن، ويصحب ذلك عرق غزير ونوبات من السعال خصوصاً في المراحل الأخيرة. إلا أن أكثر ما يلفت النظر نزول سوائل رغوية غزيرة من الأنف، شكل (١). وسرعان ما يرقد الحصان غارقاً في تلك السوائل ويموت في غضون ساعات قليلة ـ وأحيانا في غضون نصف ساعة فقط ـ من ظهور الأعراض.



شكل (١) خروج سوائل رغوية من فتحتي الأنف

يشاهد هذا النوع من المرض في الخيل ذات القابلية العالية للعدوى، كالخيل المستوردة، وكذلك في الخيل المصابة بعترة ضارية من الفيروس أو المتعرضة للإجهاد الشديد، وتبلغ نسبة النفوق ٩٥٪.

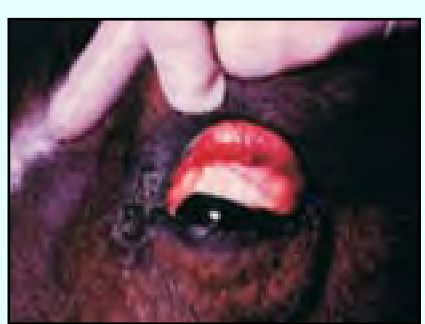
النوع القلبي

تتراوح فترة حضانة النوع القلبي أو الأوديمي (Subacute Form) تحت الحاد، وتصل أحياناً إلى ٣ أسابيع، وتكون أول أعراضه حمّى قد تستمر لمدّة ٣-٦ أيام، وقبل انخفاضها بقليل يشاهد انتفاخ مميّز (استسقاء) حول نقرة العين والأجفان، مما يجعل الحيوان أحياناً عاجزاً عن فتح عينيه، شكل (٢). ولا يلبث الانتفاخ أن ينتشر إلى شفتي الحيوان ووجهه ولسانه وبين فكيه وفي منطقة الحلق، مما يؤدي إلى تضخم الرأس ومن هنا جاءت تسميته بمرض الرأس الكبيرة (Dikkop)، كما يحث استسقاء تحت الجلد ويمتد إلى الرقبة، وقد تصل إلى منطقة الصدر والكتفين، وفي المراحل الأخيرة، تشاهد بقع صغيرة من النزف في ملتحمة العين وتحت اللسان، شكل (٣). كذلك يصبح الحيوان متوتراً، وقد تبدو عليه أعراض مغص، ثم يستلقي لبعض الوقت قبل أن يموت بسبب الفشل القلبي. وتبلغ نسبة النفوق في هذا النوع ٥٠٪، وفي الغالب تحدث الوفاة في غضون ٣-٤ أيام من بداية الحمّى. أما في الحيوانات التي تشفى من المرض، فإن الحمى تنحسر تدريجياً خلال ٣-٨ أيام.

يُشاهد النوع القلبي غالباً في الخيل والبغال المتعرضة للعدوى بأنواع مصلية أقل ضراوة، أو التي اكتسبت مناعة جزئية بسبب تعرضها لعترة



شكل (٢) تورم نقرة العين والأجفان



شكل (٣) بقع نزف صغيرة في ملتحمة العين

مصلية مختلفة في الماضي، وقد يحدث أحيانا بسبب الاختلافات الفردية بين الحيوانات.

النوع المختلط أو الحاد

يمثل النوع المختلط أو الحاد (Mixed Form; Acute Form) مزيجاً من النوعين الرئوي والقلبي، ورغم أن تشخيصه على أساس الأعراض نادر، إلا أنه أكثر الأشكال المرضية شيوعاً في الخيل والبغال. تبلغ فترة الحضانة ٥-٧ أيام، أما نسبة النفوق فتتجاوز ٨٠٪، وغالباً ما تتم الوفاة خلال ٣-٦ أيام من بداية الأعراض. وقد يبدأ المرض بأعراض تنفسية، يعقبها استسقاء وتورم في الرأس والرقبة، ثم الوفاة نتيجة لهبوط القلب، أو يبدأ المرض أولاً بتورم وأوديمة في الرأس والرقبة، ثم يتحول فجأة لتظهر أعراض النوع الرئوي المميّزة خصوصاً ضيق التنفس الشديد مما يسبب الموت السريع.

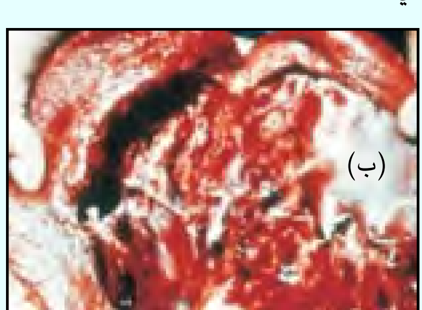
النوع الطفيف

يشاهد النوع الطفيف في الحمير والحمير الوحشية، وتبلغ فترة حضانته ٥-١٤ يوما، وقد تصحبه حمى متقطعة (٣٩-٤٠ م°) تنخفض في الصباح وتشتد بعد الظهر وتدوم لمدة ٥-٨ أيام، بينما لا توجد أعراض أخرى تذكر، وبالتالي لا يُكتشف الحيوان المريض في معظم الأحوال. وفي القليل من الحالات يصحب الحمى احتقان طفيف بالعين، وزيادة معدل النبض، واكتئاب، وفقد للشهية.

الجدير بالذكر أن أعراض المرض الرئوي والقلبي مميزة إلى حد كبير، مما يجعل تشخيصه سهلاً خصوصاً في مواطنه الأصلية، ولكن أحيانا يكون من الضروري تفرقته عن أمراض الخيل الأخرى التي تسبب بعض الأعراض المشابهة، كالحمى الفحمية، والشكل الحاد من مرض فقر الدم المعدي، والتهاب الشرايين الفيروسي المعدي، واعتلال الدماغ الخيلي، وداء المثقبيات، وملاريا الخيل، والفرفرية النزفية (purpura hemorrhagica).

الصفة التشريحية

تختلف الصفات التشريحية باختلاف الشكل السريري السابق لموت الحيوان. ففي النوع فوق الحاد (الرئوي) توجد أوديمة شديدة (استسقاء) في الرئتين، ناتجة عن امتلاء الحويصلات الرئوية والنسيج البيني للرئة بالسوائل الرغويّة، شكل (٤)، إضافة إلى تراكم السوائل تحت جنبة الرئة (Pleural sac) وفي تجويف الصدر، حيث يوجد فيه أحياناً أكثر من ٨ لترات من السوائل، كما توجد إفرازات رغوية شديدة في الشعب الهوائية. وأحياناً يشاهد احتقان رئوي شديد في الحالات المبكرة، وقد يلاحظ أيضا تراكم سوائل حول القصبة الهوائية والشريان الأورطي، واحتقان بالمعدة، واحتقان وبقع من النزف في الطبقتين المخاطية والمصلية للأمعاء الدقيقة والغليظة، ونزف تحت غشاء الطحال، واحتقان في قشرة الكلية. كما يلاحظ أن معظم العقد الليمفية - خصوصاً في الصدر والبطن - متضخمة ومتوذمة. من ناحية ثانية، لا توجد آفات تشريحية لافتة للنظر في القلب، باستثناء بعض البقع النزفيّة - أحياناً - في تامور القلب وشغافه، أما الطحال فغالبا ما



(أ)

شكل (٤) النوع الرئوي الحاد للمرض، انتفاخ الرئة (أ)، امتلاءها بسوائل رغوية (ب)

يكون عادي المظهر أو به قليل من التضخم.

أما في النوع القلبي فإن الصفة التشريحية المميّزة هي وجود سائل جيلاتيني أصفر اللون تحت الجلد، وفي اللفافات بين العضلية (Intermuscular fascia)خصوصاً في منطقة الرأس والرقبة والأكتاف، وأحيانا في منطقة الصدر وأسفل البطن. ويعزى ذلك لزيادة نفاذية الأوعية الدموية وخروج السوائل المصلية منها نتيجة لقيام الفيروس بتدمير بطانة الأوعية. ومن الآفات المرضية الشائعة أيضاً امتلاء التامور بالسوائل (موه التامور)، ووجود أنزفة حبرية (Petechiae) وكدمات (Ecchymosis) شديدة في التامور والشغاف، خصوصاً في البطين الأيسر. أما الرئتان فغالباً ما تكونان طبيعيتين، أو يشاهد بهما احتقان طفيف فقط، ونادراً ما توجد سوائل زائدة في تجويف الصدر، بينما لا تختلف آفات القناة الهضمية كثيراً عن النوع الرئوي، وإن كانت السوائل الراشحة تحت مخاطية الأعور والقولون والمستقيم أكثر وضوحاً في النوع القلبي.

أما الصفات التشريحية في النوع المختلط فتمثّل مزيجاً مما يوجد في النوعين الرئوي والقلبي.

التشخيص

من الصعب جداً تشخيص مرض الحصان الافريقي ميدانياً أثناء طور الحمى المبكّر، ولكن من السهل تشخيصه من الأعراض السريرية والصفات التشريحية المميزة عند ظهورها، خصوصاً في المناطق التي يتوطّن فيها المرض. وفي جميع الأحوال، يظل التشخيص المخبرى ضرورياً لتأكيد التشخيص الحقلي، وتحديد العترة المسببة للمرض، وتفرقته من الأمراض الأخرى ذات الأعراض المشابهة في بعض المناطق. ويتم التشخيص المختبرى على الأسس التالية:

١- التعرف على الفيروس.

٢- التعرف على المستضد (Antigen) الخاص بالفيروس.

٣- الكشف عن الأجسام المضادة النوعية الخاصة بالفيروس.

وقد طُوّرت في السنوات الأخيرة مجموعة من الاختبارات للكشف عن فيروس مرض الحصان الافريقي والأجسام المضادة له. ولهذا الغرض، تُجمع عينات من الدم المحتوى على مانع للتجلط أثناء طور الحمّى وكذلك عينات من الرئتين والأعضاء الليمفاوية كالطحال والعقد الليمفية للحيوانات النافقة، وترسل إلى المختبر في محلول جلسرول دارىء (Buffer) عند رقم هيدروجيني ٧,٤ (pH 7.4) لإجراء العزل الفيروسي، على أن تكون العينات محفوظة في الثلج عند درجة حرارة ٤°م ولا يجوز تجميدها. ويمكن كذلك إرسال عينات من الأعضاء الأخرى كالقلب والكبد والدماغ، كما تُرسل عينات من مصل الدم لإجراء الاختبارات المصلية.

ومن المهم عزل الفيروس وتصنيف النوع المصلي (العترة) في كل مرة يحدث فيها المرض خارج موطنه. يمكن عزل الفيروس من دم الحيوانات المريضة وأنسجتها (وأفضلها الطحال والرئتين والعقد الليمفاوية) باستخدام المزارع النسيجية المناسبة، أو الحقن في البيض المخصب ومشاهدة التغيرات المرضية بالخلايا والأنسجة أو الحقن في أدمغة الفئران الرضيعة. ويتم تصنيف العترة الفيروسية باستخدام اختبار التعادل الفيروسي أو اختبار **وسترن**.

وبما أن الأجسام المضادّة لفيروس مرض الحصان الافريقي تبدأ في الظهور في الدم خلال ١٠-١٤ يوماً من تعرّض الحيوان للعدوى وتبلغ ذروتها خلال الأيام العشرة التالية، فمن الممكن استخدام أنواع مختلفة من الاختبارات للكشف عن المستضدات الفيروسية في الطحال والأنسجة الأخرى، أو للتعرف على الحمض النووي الفيروسي رنا. (RNA) كما طُورت اختبارات عدّة لتشخيص المرض في عينات المصل ومنها اختبار الانتشار المناعي في الأغار (Agar gel immunodiffusion test) والاختبار المناعي الأنزيمي (ELISA) وهو الاختبار الشائع، واختبار وسترن، و اختبار تثبيت المتممة، واختبار RT-PCR وغيرها.

المكافحة والتحصين

يمكن أن ينتشر مرض الحصان الافريقي إقليمياً وعالمياً، وغالبا ما يتم إدخاله إلى منطقة خالية عن طريق حيوانات مريضة أو عن طريق الناقل الحشري، وربما أيضاً بواسطة لقاحات ملوّثة. ولذا لا يسمح باستيراد حيوانات الفصيلة الخيلية من مناطق يتوطن فيها المرض، كما يجب إخضاع جميع حيوانات الفصيلة الخيلية المستوردة للحجر داخل اسطبلات مزودة بشبك لمنع دخول الحشرات لمدة ٤٥ يوماً (٣٠-٦٠ يوم). وإذا دخل المرض إلى منطقة خالية منه، يجب منع حركة حيوانات الفصيلة الخيلية بكل أنواعها من المنطقة الموبوءة أو إليها، وتحصين الحيوانات القابلة للعدوى بأسرع وقت ممكن.

أما في المناطق التي يتوطن فيها المرض، فيتم تحصين الخيل سنوياً بلقاحات متعددّة التكافؤ، ويفضل أن يتم ذلك قبل شهرين من موسم ظهور المرض، إضافة إلى وضع الخيل من المساء إلى الفجر في اسطبلات محمّية بالشبك. كما يجب مكافحة الحشرات بواسطة المبيدات الحشرية وطاردات الحشرات والدخان، وتجفيف المياه الراكدة وإبعاد الحيوانات في المراعي الطبيعية عن أماكن تكاثر البعوض كالمستنقعات ونقلها إلى أماكن مرتفعة لا تصلها الهوام.

وقد تم - منذ منتصف الثلاثينات من القرن الماضي - إنتاج لقاح حي مُضعّف للتحصين ضد مرض الحصان الافريقي واستخدم على نطاق واسع في أفريقيا لعقود عدّة، مما ساهم كثيراً في التقليل من انتشار المرض في العديد من البلدان. وقد أنتج ذلك اللقاح بتمرير الفيروس الحقلي في أدمغة الفئران أو خنازير غينيا لأجيال عدّة، مما أدى إلى تحويره وأقلمته على النسيج العصبي للفأر وإضعافه بالنسبة للمعيل الأصلي من الخيليات. غير أن الفيروس اللقاحي يسبب أحياناً التهاباً دماغياً في الخيل والبغال، وخصوصاً الحمير، مما أدى إلى استبداله بلقاح نسيجي أكثر أماناً. وغالبا ما يتم التحصين باستخدام لقاحات متعددة التكافؤ تحتوي على بعض عتر الفيروس أو جميعها، ويفضل استخدام لقاحات وحيدة التكافؤ (monovalent vaccine) إن أمكن معرفة العترة السائدة. وهنالك أيضاً لقاح ميت وحيد التكافؤ للتحصين ضد العترة ٤, وتجري حالياً دراسات عديدة لاستنباط لقاحات جزيئية (sub-unit vaccines) باستخدام تقانات الهندسة الوراثية.

مراجع مختارة

- **Abu Elzein, E. M. E., Mirghani, M. E. and Ali, B. E.** (1989). Observations on African horse sickness in donkeys in the Sudan. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 8(3): 785-787.

- **Anonymous (2000a)**. African horse sickness. In: Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines. Office International des Epizooties, 4th ed., OIE, Paris, 178-188.

- **Coetzer, J. A. W. And Erasmus, B. J.** (1994). African horse sickness. In: Infectious Diseases of Livestock (Editors J. **A. W. Coetzer, G. R. Thomson** and **R. C. Tustin**), vol. 1, Oxford University Press, Oxoford, 460-475.

-**Erasmus, B. J.** (1972). The pathogenesis of Afrian horses ickness. Proc. 3rd. Int. Conf. On Equine Diseases, Paris (France). Karger, Basle, Switzerland, 1

-**Henning, M.W.** (1956): Animal Disease in South Africa 3rd ed. Central News Agency Ltd., Kelvin.

-**Konnerup, N., Gluckstein, F. P. and -McCully, R. M.** (1972). African Horse sickness. In: Equine Medicine and Surgery (Eds. **E. J. Catcott** and **J. F. Smithcores**), 2nd ed., American Veterinary lications Inc., Wheaton, Il., 64-70.

- **Maurer, F. D.** (1961). African horse sickness. J. A. V. M. A.,138: 214.

Maurer, F. D. and **R. M. McCully** (1963). African horse sickness with emphasis on pathology. Am. J. Vet. Res., 24: 235-266.

-**Mellor, P. S.** (1998). Climatic changes and distribution of vector borne diseases with special reference to African horse sickness virus. Proc. IAEA/FAO Int. Sym. "Towards Livestock Disease Diagnosis and Control in the 21st Century," IAEA, Vienna, 439-454.

-**Studdert, M. J.,** edit. (1996). Virus Infections of Equines. Elsevier, New York, N.Y., USA.

عالم في سطور

عاشــق الطيــر

عـالمنا لهـذا العـدد من عـائلة ثرية مترابطة، تيتم في صغره وتربى على يد خاله الذي كان يهوى الصيد ورحلاته، وهو يختلف عن علمائنا السابقين النابغين الذين يحصلون على أعلى الدرجات، ويحصدون المراكز الأولى طوال حياتهم. فهذا العالم لا ينتمي لهذا النوع من العلماء، لم يعرف التفوق يوماً في دراسته، ولم يكمل تعليمه الجامعي، يبغض الجبر واللوغاريتمات، ويحصل على الوظائف بصعوبة بالغة، ومع ذلك فهو واحد من أعظم علماء القرن العشرين في علم الطيور.

● **الاسم واللقب:** سليم معز الدين عبد الله علي، ويلقب بـ "رجل الطير الهندي"

تاريخ ومكان الميلاد: في ١٢ من نوفمبر عام١٨٩٦م. بومباي، الهند.

● **تاريخ الوفاة:** يوليو ١٩٨٧م

● **التعليم:**

ـ تنقل سليم بصعوبة في مراحل التعليم المختلفة، وتركها هارباً من فروع الرياضيات الثقيلة على نفسه، والتحق بجامعة سانت زافير (St. Xavier)، ومع ذلك لم يكمل تعليمه.

ـ حصل على برنامج مكثف في علم الحيوان لمدة عام، وحرص فيه على الاستفادة الكاملة من الأسس العلمية لعلم الحيوان.

ـ توجه إلى ألمانيا، حيث تدرب لمدة خمسة عشر شهراً على يد واحد من أكبر علماء الطيور في ألمانيا مما كان له أكبر الأثر في إعطائه فرصة حقيقية للتعلم.

ـ حصل على ثلاث شهادات دكتوراة فخرية.

● **الصفات**

يهتم بتنظيم وبرمجة وقته اليومي، حيث يستيقظ في الخامسة صباحا، يمشي في جولة خفيفة، ثم يعمل بعض الوقت، يذهب بعدها إلى الجمعية في تمام العاشرة إلا الربع.. لا يسهر بعد العاشرة مساء؛ وكان يقول عن نفسه: "أنا مثل الطيور، أحب العمل في الصباح".

● **الإنجازات العلمية**

ـ في عام ١٩٣٠ عرض د. سليم على جمعية (بي إن إتش إس) أن يقوم بدراسات ميدانية على أماكن كثيرة لم تكتشف بعد، ولم يطلب سليم أكثر من ثمن التنقلات والمعيشة في الغابات.

ـ في عام١٩٤١م، نشر "كتاب الطير الهندي" والذي يعتبر دليلاً في علم الطير، ويستطيع أي إنسان عادي أن يعرف من خلاله كيف يتعرف على الطير، ويلاحظه، ويعرف كيف تعيش الطيور في بيئتها، وتهاجر وتتزواج... إلخ

ـ أصبح في عام ١٩٦٠يشرف على العديد من رسائل الدكتوراة، ويصنع من علم الطير علماً مرموقاً يسعى الكثير لدراسته.

ـ كتب ١٠ مجلدات عن طيور الهند وباكستان مشاركة مع عالم شاب أمريكي اسمه (S. Dillor).

ـ أعاد د. سليم اكتشاف الكثير من الطيور مثل "البايا" (Finn Baya) والذي لم يره أحد منذ مائة عام.

ـ ألف عدة كتب عن طيور بعض المناطق بعينها.

ـ ألف كتاب بعنوان "طيور التلال الهندية".

● **المناصب**

ـ عمل عام ١٩٢٦م، ولمدة عامين، كمرشد لأنواع الطير لزوار قسم التاريخ.

ـ عمل سكرتيراً للجمعية (BNMS) كأول هندي، فجعل منها مكاناً مميزاً.

ـ عين عام١٩٨٥م نائبا في البرلمان.

● **الميداليات والجوائز**

ـ جائزة بادما فايبهوشان من الحكومة الهندية.

ـ جائزة باول قيتي الدولية في عام ١٩٧٦ والتي قدرت بـ ٥٠ ألف دولار.

ـ جائزة جولدن آرك من الاتحاد الدولي للمحافظة على الطبيعة.

ـ الميدالية الذهبية من الاتحاد الإنجليزي لعلم الطير، والتي نادرا ما يحصل عليها غير الإنجليزي.

المصدر

http://www.islamonline.net/arabic/science/2001/04/Article14.shtml



الأمراض البكتيرية في الخيل

د. محمد عبداللطيف عبدالدايم

تصاب الخيل بعدة أنواع من البكتيريا التي تسبب لها أمراضاً قد تموت من بعضها وتشفى من الأخرى، باستعمال أدوية معينة أو بواسطة مقدرة الحيوان ونشاط جهازه المناعي للقضاء عليها. ومن هذه الأنواع ماهو ضار وما هو نافع، فمثلاً البكتيريا التي توجد في معدة الخيل يمكن أن تساعد في تكسير الطعام، لكن حتى هذا النوع من البكتيريا تحت ظروف معينة قد يضر بالجهاز الهضمي، وأما التي نجدها على الجهاز التناسلي للفرس فهي تحميها من الميكروبات التي تسبب أمراضاً تناسلية مثل الكيبسيلا والسودوموناس.

تنتقل البكتيريا للخيل بالطرق المباشرة كانتقالها من حيوان مصاب إلى آخر سليم، أو عن طريق تلوث الماء والأكل أو التربة، وبطرق غير مباشرة كانتقالها بواسطة الحشرات والذباب.

يتناول في هذا المقال نماذج بسيطة للبكتيريا التي تسبب أمراضاً للخيل وطرق علاجها والوقاية منها.

الرعـــــام

مرض الرعام(Glanders) من الأمراض القديمة في الخيل ومنتشر في أوربا وأفريقيا وآسيا، وهو من الأمراض البكتيرية المعدية والتي يجب الإبلاغ عنها فور الإصابة بها، وتسببه بكتيريا سالبة الجرام (Gram Negative) السيدوماناس مالياي (Pseudomonas mallei)، وقد تم عزلها عام ١٨٨٢م، كما تصيب الإنسان والضأن والماعز، وهي من أخطر الميكروبات في المختبر، ويمكنها قتل الإنسان في طورها الحاد، وقد تمت السيطرة ثم القضاء عليها في الدول المتقدمة.

● أعراض المرض

يعد الجهاز التنفسي أكثر الأجهزة تأثراً في كل من طوري المرض الحاد والمزمن، حيث تظهر على الجواد أعراض هذا المرض المتمثلة في الكحة والإلتهاب الرئوي وارتفاع درجة الحرارة وإفراز مخاطي من الأنف، وقد يصاحب الأعراض التنفسية بعض التقرحات الجلدية، والتهاب الغدد الليمفاوية، وقد تحدث الإصابة بالرعام الجلدي بعد دخول البكتيريا للجلد، أو ربما تحدث بعد إصابة الجهاز التنفسي، وأبرز مايكون عند عراقيب الأرجل الخلفية. أما الإصابة في الرئة فتكون شبيهة بمرض السل، ويكون قطر الخراجات في الرئة من نصف إلى واحد سنتميتر، واذا فتحت يخرج منها صديد أبيض.

تحدث العدوى من خلال الجهاز التنفسي عندما يعيش الحيوان أويقترب من حيوان مصاب، أو عن طريق أعلاف ملوثة بالبكتيريا أوالبول أوالبراز أوالإفرازات الأنفية من حيوان مصاب، لأنها كلها تحمل الميكروب وتكون مصدر للعدوى.

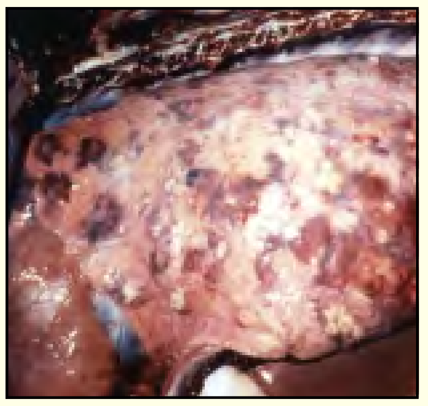
● التشخيص

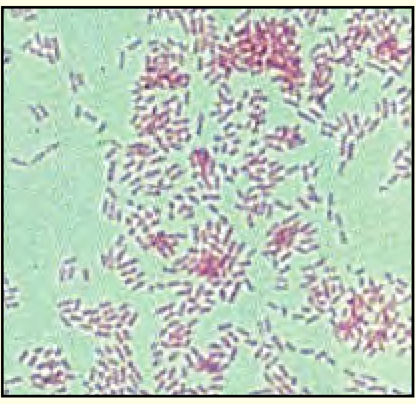
أهم مايميز المرض التقرحات، والعقيدات الصغيرة، وندبات مثل آثار الجروح والحروق، ويمكن التأكد من ظهور المرض بالبحث عن وجود الأجسام المضادة في الدم بالمختبر، وذلك بحقن أي حيوان في القطيع بمادة الماليين (Mallein Test) تحت الجلد في منطقة الرقبة، وفي حالة ظهور ورم صغير في مكان الحقن فإن ذلك يدل على وجود المرض، ويجب إعدام الجواد فوراً للقضاء على المرض، ومنع انتشاره بين الخيل.

● الوقاية والعلاج

يعد مرض الرعام من الأمراض التي يجب الإعلان عنها متى ماوجدت في أي منطقة، ولايمكن إستيراد أو تصدير خيل لأي دولة من دول العالم يكون فحصها موجباً لهذا المرض، وذلك لخطورته على الفصيلة الخيلية.

ونظراً لأنه مرض قاتل، ولايوجد لقاح للوقاية منه، فإنه يجب ـ متى ماظهرت حالة في منطقة ما ـ أن توضع جميع حيوانات المنطقة في الحجر، ويتم إجراء فحص عليها


● رئة حيوان مصابة بمرض الرعام.

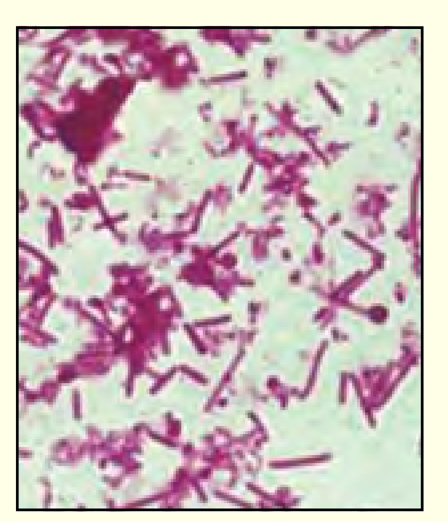

● بكتيريا سالبة الجرام المسببة لمرض الرعام.

بحقنها بمادة الماليين تحت الجلد في منطقة الرقبة كل ثلاثة أسابيع، ومتى ماظهرت حالات موجبة يجب إعدامها .

ومن الأفضل أن لاتجري أي محاولة لعلاج الخيل المصابة ، لأنها ربما تكون مصدر عدوى لباقي الخيل، واذا أصر المربي على إعطاء العلاج، فيمكن المحاولة بحقن السلفادينازين، وتعطى يومياً لمدة ٢٠ يوم والشفاء بيد الله .

التيتانوس

يعد التيتانوس من الأمراض الشائعة في الفصيلة الخيلية، وتكمن خطورته في إنتقال سم الميكروب إلى الجهاز العصبي. وتسبب هذا المرض بكتيريا تدعى كلوستريديوم (Clostridium tetani). وتدخل تلك البكتيريا للجسم إما عن طريق الحبل السري للصغار، أو عن طريق الجلد في حالة الجروح . ويكثر وجود هذه البكتيريا في ا لمناطق الزراعية والتربة الغنية بالمواد العضوية، ولأن هذه الجرثومة لاهوائية فإن الجروح العميقة أكثر خطورة من السطحية، حيث أن انعدام الأكسجين يعتبر الأفضل لنموها، وعندما تفرز هذه البكتيريا سمومها فإنها تجري في الدم حتى تصل للمخ والنخاع الشوكي، ويكون تأثيرها أقوى عليهما.



● بكتيريا الكلوستريديوم المسببة لمرض التيتانوس.

● الأعراض

تكون أعراض المرض في مراحله الأولى غير واضحة، ثم تبدأ بتقلص العضلات –خاصة منطقة الرأس والرقبة– وبالتالي تقل الحركة، ويكون الجسم حساساً لأي لمس، كما تتقلص عضلات الفكين مما يجعل الأكل والشرب صعباً لأن الفك يكون مغلقاً (Lock Jaw)، كذلك يصعب على الخيل المصابة إغلاق جفن العين أو تناول العلف الذي على الأرض، ثم تصعب الحركة وتبدو الأذنين والذيل مشدودة وجافة . وعند هذه الحالة قد يسقط الحيوان على الأرض وربما يجرح نفسه عند سقوطه، ويعم تقلص العضلات كل الجسم وينزل العرق بغزارة من جسم الحيوان ويصاب بإمساك ولايستطيع التبول، وعندما يصل الحيوان لهذه الحالة يكون إحتمال نفوقه كبيراً.

● العلاج

يفيد إعطاء مضاد السموم (Anti-toxin) بالوريد كل ١٢–٢٤ساعة في علاج هذا المرض، كما يعد إعطاء المواد المهدئة كالبومازين (Bomaxine) ضرورياً في الخيل المصابة، وأيضاً الأدوية التي تزيل تقلصات العضلات كدواء ديازيبام (Diazepam) كما يمكن إعطاء البنسلين مضافاً إليه دواء الميتروجيل (Metrogil) للقضاءعلى البكتيريا اللاهوائية، كذلك يعد إعطاء المحاليل الوريدية ذات قيمة كبيرة في العلاج، والمحاليل التي تزيل أورام المخ كدواء (Menitol) الذي يعطى منه لتر ونصف عن طريق الوريد.

ويلزم وضع الفرشة اللازمة لأرضية الغرفة التي يوجد بها الحيوان المريض كنشارة الخشب، وأن تكون الغرفة مظلمة إلى حد ما، ويجب تفادي إثارة الحيوان ليظل في غرفته هادئاً طيلة أيام العلاج حتى ترتخي العضلات المشدودة، كما يجب تقديم العليقة المتوازنة والمياه النظيفة، وإذا كان الحيوان يعاني من إمساك فيجب أن تجرى له حقنة شرجية، وعمل قسطرة ليتبول إذا كان خروج البول صعباً .

● الوقاية

تتم وقاية الخيل من الإصابة بمرض التيتانوس بإعطائها لقاح التيتانوس توكسويد (Tetanus Toxoid) عادة جرعتين بينهما فتره تتراوح مابين ٤–٦ أسابيع ويعقبان بجرعات منشطة سنوياً، كما يعطى مضاد سموم (Tetanus Anti-toxin) بعد الإصابة بالجروح أو بعد إجراء العمليات الجراحية، أو بعد الولادة، وتعطى الفرس جرعة من اللقاح في الأشهر الأخيرة من الحمل.

خناق الخيل

خناق الخيل مرض شائع في الخيل تسببه بكتيريا الإستربتوكوكاس إكواي (Streptococcus equi)، وينتقل بين الخيل إما بواسطة الإفرازات المخاطية من الخيل المصابة، وإما عن طريق الأكل والشرب أو المعالف والمشارب الملوثة بصديد أنفي من حيوان مصاب، ويمكن أن تكون هذه مصدر عدوى لمدة سنة أوأكثر .

● أعراض المرض

تمر البكتيريا المسببة للمرض بفترة حضانة تتراوح مابين ٣–٦ أيام تظهربعدها الأعراض، ومنها الإمتناع عن



● افرازات مخاطية نتيجة الإصابة بخناق الخيل.

شرب الماء، كما ترتفع حرارة الحيوان لتصل إلى ٤١ْم، وتظهر إفرازات أنفية سميكة، وتصعب على الخيل المصابة عملية بلع الطعام، أماعندما يصل الميكروب إلى الغدد الليمفاوية فإنها تكوّن خُراجات تنضج خلال أسبوعين وتفرز الصديد عن طريق الأنف، وينتشر هذا المرض في الجسم بنسبة قد تصل إلى ١٠٠٪ لكن نسبة النفوق قد تكون قليلة.

ومن الجدير بالذكر أن الأمهار التي تصاب بخناق الخيل في الأسابيع الأولى من عمرها ربما تموت نتيجة للسموم التي تفرزها هذه البكتيريا. وهناك نوع كاذب من هذا المرض يعد الأقل ضراوة وينتشر في جميع أنحاء الجسم، وتبقى الخراجات لعدة أسابيع، ويتوقف ذلك على استجابة الحيوان للوباء وليس على نوع العترة لهذه البكتيريا، وفي هذه الحالة يكون الحيوان قليل القيمة . ومن الملاحظات أن مثل هذه الحالة قد تنشأ عند معالجة الحيوان المصاب بالبنسلين قبل أن تنضج الخراجات وتفرز صديدها، و إذا أصاب هذا المرض بعض الخيل في الإسطبل ولم يتم علاجها فإنه سيظل مستوطناً في هذا الإسطبل لعدة سنوات قد تزيد عن ١٥ سنة، والخيل التي تشفى من هذا المرض يكون لديها مناعة منه، وحتى إذا عاودتها الإصابة تكون أقل ضراورة من سابقتها.

● التشخيص

يتم تشخيص هذا المرض بواسطة زراعة البكتيريا من عينة الصديد، والأفضل أخذ العينة من خراج تم فتحه جراحياً وإذا تعذر ذلك يمكن إعتبار البكتيريا الأوضح في المزرعة البكتيرية هي الاستربتوكوكاس إكواي.

● العلاج

يجب أن لاتخضع الخيل المصابة بمرض الخناق للتدريب بل يجب إبقاؤها في الغرفة وفي مكان جاف، وحقنها بالبنسلين لمدة أسبوع بعد خروج الصديد من فتحات الأنف، ويجب تنظيف الأنف يومياً بمادة مطهرة، وإزالة الخراجات الكبيرة بالجراحة إذا أدت إلى إغلاق مجرى التنفس، وأحداث فتحة في القصبة الهوائية كي تساعدها على التنفس.

● الوقاية

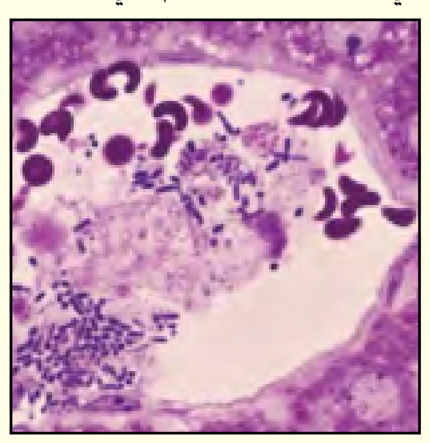
تكون الوقاية بعزل الحيوان المريض بعيداً عن بقية الخيل حتى يتم شفاؤه، كما يمكن تحصين الخيل السليمة بلقاح لهذا المرض.

السالمونيلا

تصاب الخيل صغيرها وكبيرها ببكتيريا السالمونيلا، فتسبب الإسهال والاجهاض. تم عزل سالمونيلا تايفيميوريم (Salmonella typhimurium)، التي تسبب الإسهال للخيل الصغيرة وآلام البطن للخيل الكبيرة لكن دون إسهال، كما تعرضها للإجهاد في حالة السفر أو التخدير للعمليات أوعند إعطاء جرعة الديدان وتغيير الأعلاف الفجائي، كما تسبب بكتيريا سالمونيلا ابورتس إيكواي (Salmonella abortus-equi) في إجهاض الأفراس الحوامل عندما تصاب بها.

● الأعراض

تشمل الأعراض حمى وخمول وآلام في المعدة، وإحمرار جفن العين، وإسهال شديد له رائحة كريهة خاصة في الصغار، وقد يستمر المرض لمدة طويلة قد تصل إلى أربعة أسابيع، وقد تؤدي إلى النفوق السريع خلال ٦-١٢ ساعة بعد ظهور الإسهال، أما الصغار فقد تصاب بحالة تسمم تؤدي لنفوقها أو قد تستقر البكتيريا في المفاصل ومنشأ العظام وفي الرئة، مما



● بكتيريا السالمونيلا.

يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الجسم حتى تصل إلى ٤١ْم، وتشكل خطورة كبيرة على حياتها وقد تودي إلى نفوقها، حيث قد تصل نسبة النفوق في الأمهار الصغيرة التي تصاب ببكتيريا السالمونيلا تايفيميوريم إلى ٥٠٪، وتعد الأمهار التي يقل عمرها عن ٤ شهور أكثر عرضة للإصابة.

● التشخيص

يتم تشخيص المرض بأخذ مسحة قطنية (Cotton Swab) من مستقيم الفرس أو المهرة التي عندها إسهال، ثم ترسل للمختبر لزراعتها، ومن ثم عزل وتصنيف البكتيريا المسببة، ويفضل عمل إختبار الحساسية لديها ليتمكن الطبيب البيطري من استعمال العلاج المناسب للقضاء على البكتيريا .

أما في حالة الإجهاض فتؤخذ مسحة قطنية من الأغشية الجنينية أو حتى من أعضاء الجنين المجهض أو من عنق الرحم، وإذا خرج المولود للحياة دون الإجهاض فقد يكون هزيلاً وضعيفاً ويموت من التسمم خلال ساعات من خروجه.

● العلاج

يعطى المضاد الحيوي المناسب حسب اختبار الحساسية لأن لكل نوع من السالمونيلا مضاد حيوي يمكنه القضاء عليها ويفضل استعماله على غيره، كما يجب إعطاء المحاليل الوريدية لتعويض الجسم مافقده من سوائل وأملاح وعناصر ضرورية.

● الوقاية

يجب الحرص على أن تكون الأعلاف والماء غير ملوثة ببكتيريا السالمونيلا، كما يجب عزل الحيوانات المصابة وحرق روثها، وكذلك القضاء على الذباب الناقل . ويعتبر إعطاء لقاح السالمونيلا أبورتس إيكواي ذو فائدة كبيرة للأفراس الحوامل، كما يعد إعطاء لقاح السالمونيلا تايفيميوريم للأمهار في المرابط والاسطبلات التي تكثر فيها السالمونيلا ذو فائدة للوقاية من المرض قبل وصوله لتلك الأمهار وإبادتها.



الأمراض الطفيلية في الخيل

د. هاشم محمد عبدالله

تعرف كلمة الطفيل (Parasite) *تبعاً لمصدرها الإغريقي تعريفاً حرفياً بأنها الشخص الذي يأكل من طاولة رجل آخر* (One man who eats at another table) *وتعرف علمياً بأنها كائنات حية تعيش على كائنات حية أخرى.*

ولقد أشار **ميللر** بأن علم الطفيليات يشمل الحيوان والنبات بما فيها من البكتيريا والفطريات والفيروسات، ولكن دوماً يتم فصل البكتيريا والفطريات والفيروسات عن الطفيليات، حيث يقصد بها الطفيليات التي تعيش على جلد الحيوان، وفي بعض فتحات جسمه وتسمى الطفيليات الخارجية، أما التي تعيش داخل أحشائه ودمائه وعضلاته فتسمى الطفيليات الداخلية. وعموماً تعد الطفيليات غير ضارة للعائل، لكنها قد تسبب له كثيراً من المشاكل بل حتى النفوق في بعض الأحيان كما في بعض الحالات والتي نحن بصدد عرضها.

ومن الجدير بالذكر أن معظم الطفيليات - إن لم تكن كلها - إنتقائية التطفل مع ثبات هذه الانتقائية فطفيليات الأمعاء لاتعيش في المعدة وطفيليات الدم لا تعيش في غيره.

طرق الإصابة

تنتقل الطفيليات إلى الخيل مسببة لها مشاكل صحية بعدة طرق وأسباب منها:

› الضعف والسن

توجد الطفيليات في الخيل خارجياً أو داخلياً، ويكثر وجودها في الخيل الصغيرة والهرمة و الضعيفة، وعلى العكس من ذلك يلاحظ ندرة وجودها في الحيوانات البالغة القوية الصحيحة.

› المكان

يؤثر مكان تواجد الخيل بشكل كبير في نوعية الإصابة بالطفيليات، فمثلاً الخيل التي ترعى في الفضاء كثيراً ما تصاب بذبابة متواجدة في تلك المنطقة.

› الغذاء والشراب

يمثل الغذاء والماء مصدران مهمان من مصادر الإصابة بالطفيليات، ونظراً لأن الخيل عزيزة على الإنسان، فإنه يجب عليه مراعاة أكلها وشربها، وأن يكون خالياً من الطفيليات المعوية غير الميكروبية.

› الإنسان

يمثل الإنسان أيضاً وسيلة من وسائل نقل الطفيليات إلى الخيل عن طريق حملها في ملابسه وأحذيته، أو من خلال المعدات المستخدمة في الطب البيطري خصوصاً الطفيليات الدموية. كما يمثل إهمال الإنسان لبيئة الخيل واسطبله مصدراً غير مباشر للإصابة بالطفيليات الخارجية والداخلية.

الأعراض والتشخيص

علمياً لا يمكن الجزم بأن الخيل يحمل طفيل سواء خارجي أو داخلي إلا برؤية الطفيل نفسه مجهرياً أو بصرياً (أي الرؤية بالعين المجردة) أو وجود بيضه أو يرقاته. كما يستدل - عادة - على وجوده بوجود أعراض مرضية عامة، مثل سوء الهضم، والمغص، والضعف والهزال، إضافة إلى الحكة والهرش خصوصاً في الطفيليات الخارجية أو تلك التي تكون في الفتحات الطبيعية للحصان.

تقسم الطفيليات إلى خارجية وداخلية أهم الأنواع من القسمين مايلي:-

الطفيليات الخارجية

يقصد بالطفيليات الخارجية تلك التي تعيش على سطح جلد الخيل مثل القراد والقمل وبعض الحشرات الأخرى. ويوجد كثير من الحشرات حول الخيل لاينطبق عليها المعنى الشامل لكلمة طفيل (Parasite) لأنها تسبب له الازعاج والقلق فقط، ولاتعتمد كلياً في حياتها عليه، مما يناقض التعريف لكلمة طفيل.

تتسبب الطفيليات الخارجية في العديد من المضار للحيوان من أهمها ما يلي:-

١- إمتصاص الدم والسوائل من جسم الخيل مثل البعوض والذبابة السوداء وذبابة الخيل.

٢- غزو الجلد والتغذية على خلاياه والعضلات مثل بعض الأطوار الطفيلية من الدودة اللولبية وذباب اللحم والسرو.

٣- نقل الأمراض مثل مرض اليرقان الذي ينقله القراد، والأنيميا المعدية، والجمرة الخبيثة التي تنتقل إلى الخيل بواسطة ذبابة الاسطبل.

٤- القلق والازعاج للحصان والذي يؤثر بشكل مباشر على صحته ومزاجه، وقد تؤدي تحركاته العصبية لطرد هذه الطفيليات إلى كسور وجروح وأضرار بالغة عليه.

› الأنواع

من أهم الطفيليات الخارجية في الخيل مايلي:

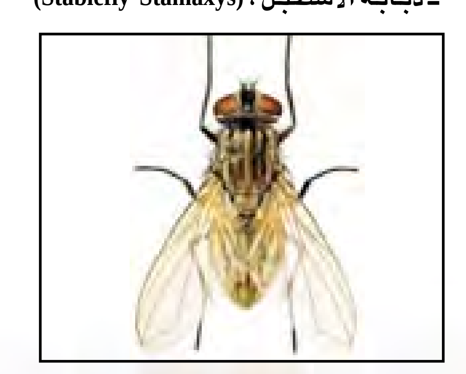
ذ الذباب والبعوض، ويقصد بهما كل حشرة طائرة لها جناحان متواجدة حول الخيل سواء كان وجودها مزعجاً للحصان أو تسبب له تقرحات وجروح أو أي نوع من الأذى.

ومن أهم أنواع الذباب والبعوض التي تسبب أضراراً للخيل ما يلي:

ـ ذبابة المنزل (Musca domestica)، وهي حشرة تسبب أذى جسيماً للحصان، وعادة تتوالد في مخلفات الخيل والدواجن والبهائم الأخرى.

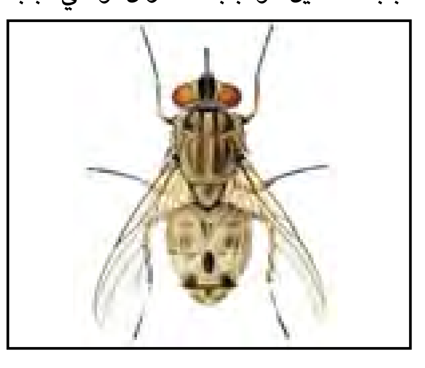
تضع الأنثى ما يقارب ٢٧٠٠ بيضة في ٣٠ يوماً، وتفقس البيضة في مدة تتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٤ ساعة، وتصل اليرقة إلى قمة النضج في مدة تتراوح ما بين ٤ إلى ١٠ أيام بعد الفقس، ثم تتحول إلى شرنقة، ثم إلى حشرة كاملة في مدة تتراوح ما بين ٣ إلى ٦ أيام في الطقس الحار، وقد تحتاج إلى ٣٠ يوماً أو أكثر في الطقس البارد. تتغذى الذبابة في طورها الأول «اليرقة» على بقايا البيض أو على بيض طفيل الهبرونيما، وهي ديدان مستديرة توجد في أمعاء الخيل. يفقس بيض الديدان في أمعاء يرقة الذبابة، فتعيش هذه الديدان على جسم الذبابة البالغة، ومن ثم تنتقل إلى الخيل عن طريق الفم. وقد تبتلع الخيل ذباب حامل ليرقات الهبرونيما، أو تهرب اليرقات نفسها من جسم الخيل وتصل إلى حصان آخر عبر تلويث أكله أو شرابه وبذلك تكتمل الدورة.

ـ ذبابة الاسطبل ، (Stablefly Stamaxys) وتسمى أيضاً الذبابة المنزلية القارصة (Biting housefly)، وتشبه دورة حياتها كثيراً دورة حياة ذبابة المنزل. تستريح هذه الذبابة ـ عادة ـ في الأماكن المشمسة من الإسطبل، ثم تهاجم أرجل الخيل بشدة مما يجعل الخيل تفضل البقاء في الماء، أو أن تبقى متلاصقة مع بعضها البعض لتقلل من لسع الذباب المؤلم لها، والذي قد يتسبب في حدوث تورم وإلتهاب في أرجلها مما يؤدي إلى صعوبة في المشي ونقص في الوزن يتراوح ما بين ١٠-١٥٪ .



ذبابة المنزل

ـ ذبابة التباند (Tabanid)، ويطلق عليها ذبابة الخيل، أوذبابة الغزال، وهي ذبابة



ذبابة الإسطبل

قارصة ماصة للدماء وناقلة لكثير من الأمراض، مثل الجمرة الخبيثة وطفيل مرض النوم. يسبب قرص الذبابة هيجان الخيل، وبالتالي حوادث وكسور وجروح ونقص في الوزن.

ـ الدودة الحلزونية وذبابة السروء (Screw worms and blowfly)، وتتغذى هذه الدودة فقط على لحوم الحيوانات ذوات الدم الحار. تضع الأنثى البيض في مجموعات متماسكة من ١٠ إلى ٤٠٠ بيضة، فيفقس في مدة تتراوح ما بين ٦ إلى ٢١ ساعة، فتخرج منها الدودة الحلزونية، التي تبدأ بمهاجمة الجروح والكسور أو الشقوق في جلد الخيل ثم تبدأ بمهاجمة العضلات، وفي هذه الحالة يكون الجرح كريه الرائحة ودوماً يقطر دماً. تتغذى اليرقات على لحم الخيل لمدة تتراوح مابين

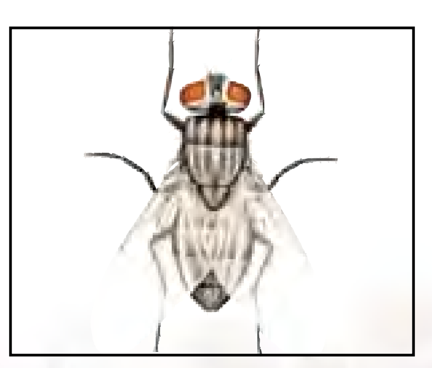


ذبابة السروء

٥ إلى ٨ أيام، وبعد ذلك تترك الجرح والخيل لتعيش تحت التربة، ومن ثم تتحول إلى حورية ثم إلى حشرة بالغة في ٧-٦٠ يوم، وتحتاج الأنثى من ٥ إلى ١٠ أيام لتتحول إلى أنثى خصبة وبالغة. يضع بعض أنواع ذباب السرو بيضه أو يرقاته الصغيرة على سطح الجروح، وهذه لا تحفر في الجرح وإنما تعيش على سطحه مسببة عدم التئامه كما أن حركتها تقلق الخيل.

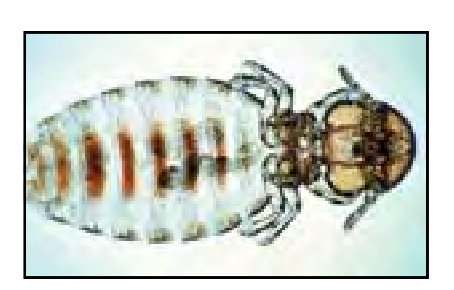
ـ ذبابة الوجه (Face fly)، وقد اكتشفت في أمريكا عام ١٩٥١م تعيش في وجه الخيل خصوصاً العيون وحول المنخر والفم لتمتص السوائل في هذه الأماكن وتسبب قلق بالغ للحصان ونقص في الوزن. وعادة تتوالد في روث البهائم.

ـ البعوض والناموس (Mosquitoes) ، ويوجد منه حوالي ٨ أجناس ناقل لمرض حمى السحايا للحصان (Equine encephalomyelities) . يعيش البعوض وأطواره الأولى قرب أماكن المياه الراكدة.



ذبابة الوجه

◆ **القمل (Lice)**،وله ثلاث أنواع تتطفل على الخيل. واحد منها يصيب العرفة والذيل وأثنان يصيبان أسفل جسم الخيل، وتتم الإصابة عادة من اختلاط حصان مصاب مع أخرى سليمة في الحظائر أو مع تلك التي ترعى في الحشائش والمزارع. ويؤدي القمل عادة إلى الهزال والضعف والحكة وسقوط الشعر. ويتم العلاج بدهن الجلد بمرهم كبريتي وحلاقة الشعر وغسيل الخيل بمحلول مبيد القمل، كما يجب الاهتمام بأدوات تجهيز الخيل منعاً لإنتقال القمل إلى حصان آخر يستعمل نفس الأدوات.



قمل الحصان العاض

◆ **القراد (Ticks)**، وهوعبارة عن حشرة تتطفل على كل الحيوانات، ولها عدة أنواع وعدة طرق للتطفل، فقد تكون وحيدة أو ثنائية أو ثلاثية العائل، وذلك بناء على تواجدها في الحيوان (العائل) أثناء أطوار حياتها. ولإزالة القراد يدوياً يفضل رشها أولاً بزيت تربنتين أو زيت بارافين، ومن ثم تركها لتسقط لوحدها، أو تقطع بمقص ويترك رأسها في الخيل ليسقط لوحده بعد فترة، لأن جذبها بقوة يؤدي إلى إحداث شق في الجلد، ويكون نواة لمشاكل أخرى مثل أن يتوالد فيها الذباب وغيره. وعادة يجب رمي القراد الساقط في النار أو في ماء مغلي.

الوقاية والعلاج

تتم الوقاية من الطفيليات الخارجية للخيل وعلاجها باتباع الخطوات والطرق



قراد الحصان

التالية:

١- العناية التامة بروث الخيل وعدم تركه تحت الخيل نهائياً، ويجب التخلص العلمي منه، لأنه المصدر الأساسي للذباب.

٢- عدم ترك أي مياه راكدة في محيط أسطبل الخيل.

٣- العناية الفائقة بصحة البيئة في المنطقة التي تحيط بالخيل (لدائرة قطرها يصل إلى ٥ كيلومتر) حتى لا يكون هناك أي مصدر للذباب والبعوض.

٤- استعمال صادات الذباب والبعوض في غرف الخيل (سلك دقيق الفتحات يضع في الشبابيك والأبواب).

٥- استعمال المبيدات الخاصة بالذباب والبعوض والقراد والقمل.

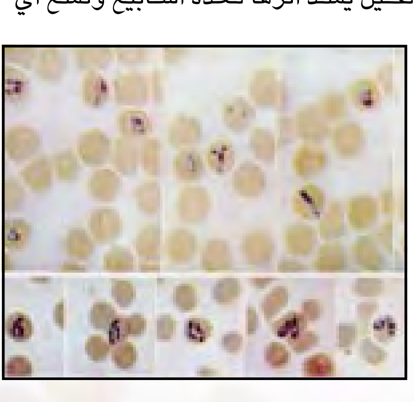
٦- استعمال طلاء خاص من مبيدات الحشرات على الجدران.

٧- رش الخيل بانتظام حسب نوعية المبيد في المناطق الموبوءة.

٨- إستعمال سوائل مبيدات على جسم الخيل يمتد أثرها لعدة أسابيع وتمنع أي أصابة بهذه الحشرات.

٩- استعمال الأغطية الخاصة بالجسم والرأس في المناطق الموبوءة بالذباب والبعوض.

١٠- إستعمال مضادات الحساسية والكورتزون في الخيل التي ظهرت عليها حكة كوينزلاند أو إكزيما الصيف، وذلك عن طريق الحقن والمسح على الجلد.



طفيل ملاريا كبالي في دم حصان

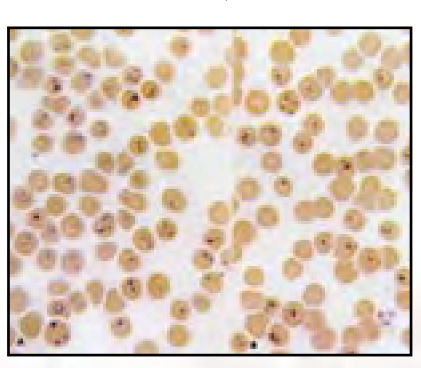
أمراض الطفيليات الخارجية

تصاب الخيل بالعديد من الأمراض التي تسببها الطفيليات الخارجية من أهمها:

❋ **مرض ملاريا الخيل**، ويسمى أيضاً مرض حمى القراد أو يرقان الخيل. تنقله حشرة القراد إلى الخيل، وتتمثل أعرضه بارتفاع في درجة الحرارة، وبول مدمم، وصفار ـ يرقان ـ في الأغشية المخاطية. ومن الجدير بالذكر أن هذا المرض يكثر في المناطق الأستوائية وشبه الأستوائية.

ـ **أسباب المرض**، ويسببه طفيل أولي (Protozoa) يسمى البابيزيا (Babesia)، وله نوعان تصيب الخيل، هما بابيزيا كبالي (B. Caballi)، وبابيزيا إكيو (B. equi). تظهر علامات الإصابة بعد مدة تتراوح ما بين ٥إلى ٩ أيام في حالة حقن دم ملوث. أما في حالة نقله من قراد حامل للمرض فإن علامات الإصابة تظهر بعد ٢١ يوم، وتمتد الأعراض من ٧ إلى ١٢ يوم، وقد تؤدي الإصابة الحادة جداً إلى نفوق الخيل خلال ٤٨ ساعة.

ـ **التشخيص**، ويتم بطريقتين، هما:



طفيل ملاريا إكيو في دم حصان



طفيل التريبانوسوما المسبب لمرض النوم

(أ) الطريقة المباشرة، وتتمثل فيما يلي:

١- رؤية الطفيل في خلايا الدم الحمراء للحصان.

٢- حقن دم مشكوك فيه في حصان سليم ثم رؤية الطفيل في دم الخيل المنقول إليه الدم بعد ظهور الأعراض.

(ب) الطريقة غير المباشرة، وهي إكتشاف الأجسام المناعية المضادة للطفيل المعني في مصل دم الخيل المشتبه به. وهناك عدة أنواع لهذا التشخيص معروفة لدى كل مختبرات الطب البيطري.

ـ العلاج، ويتم بالطرق التالية:

(أ) مكافحة القراد، ويتم بمنع وصوله إلى الخيل، وذلك حسب الطرق الموضحة سابقاً.

(ب) العلاج الكيميائي للحصان المصاب، وذلك بحقن أحد المركبات المعروفة مثل:-

١- برنيل (Berenil)، ويعطى بجرعة مقدارها ٤ ملجرام/كيلو جرام من وزن الحيوان، تقسم إلى ثلاثة أو أربعة أقسام، وتحقن في العضل، ويستخدم معه سلفات الأتروبين كدواء مضاد لآثاره الجانبية.

٢- إيوفلافين ٥٪ (Euflavine 5% Sol.) ويحقن في الوريد بجرعة ٤مل/١٠٠كيلو جرام من وزن الحيوان. ولتلافي آثاره الجانبية يحقن معه أي مضاد للحساسية.

٣- تراي بان بلو (Trypan blue) بجرعة ٢ جرام/٥٠٠كيلوجرام من وزن الحيوان.

٤- فناميدين أيثوثيونت (Phenamedine lsethionate) بتركيز ٣٥,٤٪، ويحقن بجرعة ٣مل/١٠٠كيلوجرام من وزن الحيوان.

*** مرض النوم (Trypanosomiasis)**، وهو مرض النوم المشهور في الأنسان. يسببه طفيل التريبانوسوما (Trypanosoma)، وهو طفيل أولي مجهري يعيش بين خلايا الدم وسوائل الجسم. ويصيب الخيل منها ثلاثة أنواع رئيسية، هي: مثقبية إيفانز، ومثقبية إيكوبيردم، ومثقبية بروساي، ويوجد أيضاً نوعين آخرين هما مثقبية إيكوا نمهل ومثقبية هيبكم ولكنها نسخة متطابقة من مثقبية إيفانز.

ـ الناقل، وهو عبارة عن ذباب الإسطبل وذباب الخيل بنقل المرض إلى الخيل وباقي الحيوانات خصوصاً الجمال، وهو ذباب قوي يستطيع الطيران لمسافات طويلة.

*** حكة كوينز لاند**، وهو عبارة عن مرض جلدي أكتشف في منطقة كوينز لاند في أستراليا، ولذلك سمي بهذا الاسم، وقد تم إكتشاف سببه، وهو أن بعض الخيل ذات حساسية عالية للسعات وقرصات ذبابة الرمل. وتعد حالة مزمنة ومقلقة جداً للخيل، وتصيب هذه الحالة طبقة الجلد العلوية وتكثر في الخيل التي تعمل لأن العمل يزيد من حرارة الجسم، ونشاط الغدد العرقية، وبالتالي يزيد من أثر اللسعات والحساسية، مما يجعل الخيل يعض ويحك جلده بشدة. كما وجد أن بعض الخيل لا تظهر عليها أي علامات تدل على إصابتها بهذا المرض رغماً عن حجزها في مكان واحد مع أخرى مصابة بالمرض، كما وجدت حالات مماثلة في أمريكا والفلبين وفرنسا. وهي حالة محصورة في الخيل فقط وتصاب بها كل الأعمار وليس للوزن أو لون الجلد أو العمر أو الفصيلة أو الجنس تأثير يذكر في شدة المرض أو ضعفه. ويعد لعاب الحشرة هو مصدر الحساسية، إضافة إلى عملية العض والمص نفسها. وتنحصر الإصابة في الظهر وقاعدة الذيل وأعلى الرقبة والوجه والاذنين.

*** حساسية الصيف الجلدية (Summer dermatitis)**، وهي حالة عامة

اسم الدواء	الدواء المرادف	نوع المثقبية	النتيجة
كونابيرمين سلفات	انتراسيد سلفات	كل الأنواع	علاج قوي
بروميد الهوميديم	بروميد إيثرجيم	مثقبية بروساي مثقبية فيفاكس	علاج
سورامين	نجانول باير ٢٠٥ تفردين جيرمين	مثقبية بروساي مثقبية إيفانز مثقبية إيكونيم	وقاية وعلاج

جدول (٢) علاج مرض مثقبية الحصان

اسم المرض	المسبب	طريقة النقل	العائل الطبيعي	الأعراض	التشخيص
دورين Dourine	مثقبية إيكوبيرديم	السفاد الحشرات	الحصان والحمار	أوديما بالأعضاء التناسلية. حكة في بعض أجزاء الجلد.	وجود الطفيل في الأعضاء التناسلية. وسائل مختبرية مثل: فحص المصل
ناجانا Nagna	مثقبية بروساي	ذبابة التسي تسي	الحصان الحيوانات الاليفة معظم الحيوانات البرية.	حمى أوديما بكل أسفل الجسم أنيميا سوائل من الأنف والعيون.	وجود الطفيل. وسائل مختبرية مثل: فحص المصل. حقن الفئران بدماء حصان مشتبه.
سُراء Surra	مثقبية إيفانز	ذبابة الحصان (تابند) Tabanid	الحصان والحمار والمجترات	حمى أنيميا حكة أوديما أسفل الجسم	وجود الطفيل. وسائل مختبرية مثل: فحص المصل. حقن الفئران بدماء حيوان مشتبه.

جدول (١) أنواع مرض النوم بالحصان ومسبباتها وطرق نقلها وتشخيصها

لوحظت في كل بلاد العالم، وسببها حساسية الخيل للعاب الحشرات التي تقع عليها وتعضها وتمص دمها وهو ما تمت الإشارة إليه سابقاً في فقرة الذباب والبعوض.

* **مرض السروء**، وقد سبق شرحه في أهم أنواع الذباب والبعوض في أول المقال.

الطفيليات الداخلية

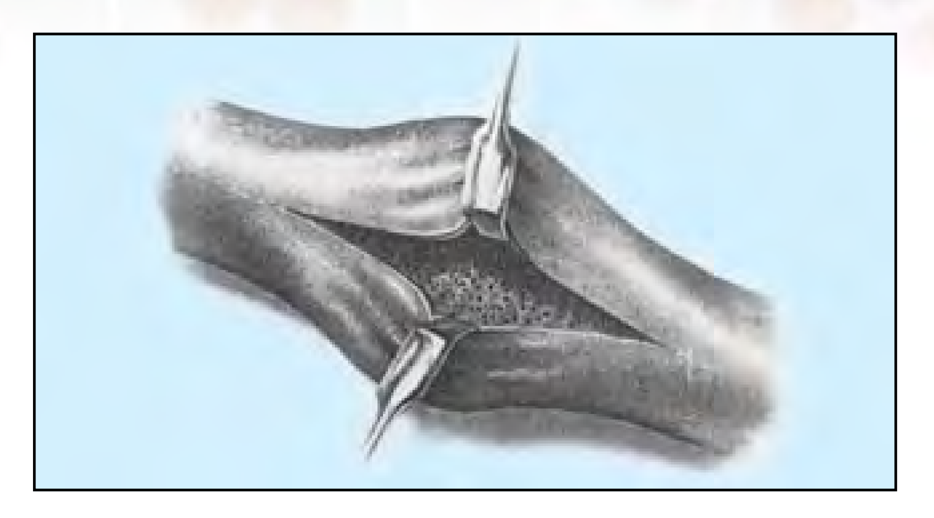
يقصد بها تلك الطفيليات التي تعيش داخل جسم الحيوان إما في دمه، أو سوائله، أو تجاويفه، أو جهازه الهضمي والتنفسي، أو العضلات. يتعرض الخيل مثل باقي الحيوانات إلى الإصابة بالديدان المعدية والمعوية.

يتم تشخيص الطفيليات الداخلية بالطرق المعملية المعروفة لتشخيص الديدان. إضافة إلى أن ظهور الاعراض تعد أهم وسيلة لمعرفة إصابة الخيل، كما أن أصابة حصان واحد في قطيع ما مؤشر على وجود خيول أخرى مصابة، ويجب تحديد النوع ومعرفته لتسهيل عملية مكافحته وعلاجه، لأن لكل نوع طرق معيشة، ودورة حياة، وعلاج مختلفة. ويجب عند المعالجة - والتي تعد بعض الشيء ناجعة في الخيل خصوصاً في ظروف تربية جيدة - الانتباه لعدم تكرار الاصابة، كما يجب الانتباه إلى الأعرض الجانبية للإصابة مثل المغص ونقص العناصر النادرة، وحكة الذيل والمؤخرة.

تشمل الطفيليات الداخلية التي تصيب الخيل وتسبب لها أضراراً جسيمة ما يلي:

الديدان الاسطوانية

تمثل دودة الاسكرين (Ascarids) أهم الطفيليات الداخلية التي تصيب الخيل مسببة لها أعراضاً تنفسية، لأن دورتها تشمل هجرة هذه الديدان عبر جدران المعدة إلى الكبد ثم إلى الرئة ليعاد بلعها مرة أخرى، كما تخرج بيضها عبر الروث لتكرر الدورة.



الاسترونقويس المسببة لظاهرة نقط الفلفل

ديدان الأسترونقويس

تعد ديدان الأسترونقويس (Strongyles)من الأسباب الرئيسية للإسهال المتكرر وهزال الخيل، وليرقات هذه الديدان في جدران الأمعاء الغليظة ظاهرة تسمى نقط الفلفل، وتسبب الأسترونقويس الكبيرة (Large Stongyles) وجميع أنواعها دماراً كبيراً للاوعية الدموية والكبد والطحال، كما أنها من الأسباب المهمة جداً للمغص.

الديدان المفلطحة

لا تسبب الديدان المفلطحة (Tope worms) أذى يذكر للخيل المصابة بها إلا إذا كانت كثيرة جداً، فإنها تضر بالخيل وتجعلها مريضة وهزيلة.

الديدان الابرية

تسبب الديدان الإبرية (Pin worms) عند خروجها من فتحة الشرج ألماً وحكة مؤلمة، فنجد أن الخيل يحك ذيله ومؤخرته بالجدران والحديد، ويجب أن ننتبه إلى أن هذه الظاهرة لها أسباب أخرى مثل التسمم بعنصر السينيلوم، أو يمكن أن تكون عادة مكتسبة.

يرقات ديدان البوت

تنتشر يرقات ديدان البوت (Bot fly Larvae) في جميع أنحاء العالم، وقد أكدت دراسة علمية أن ٩٠٪ من خيل العالم قد أصيبت أو أنها مصابة بهذه اليرقات، لأنه إذا كانت الخيل تعيش في أسطبلات لا يوجد بها مانعات ذباب، حتى وإن كانت تمرح وتتدرب في ميدان معزول عن الذباب فإنه لن يستطيع أي شخص الجزم بعدم إصابتها، لأن ذباب البوت أو الذباب عموماً موجود في كل أنحاء العالم. يوجد من هذه اليرقة نوعان هما المعدية والأنفية، وهناك ثالثة شرجية موجودة بالولايات المتحدة، ولكنها ليست مشهورة. لايمكن تشخيص هذه اليرقات بعملية تعويم الروث المعروفة، ولكن برؤيتها على جسم الخيل، وتعرف بأنها لا تنزع بالفرشاة، ويكفي وجودها لمدة أسبوع ليكون دليل على وجودها بداخل معدة الخيل.

المراجع

- **K.M.G. Churchill Livingstone** 1971. Medical&Veterinry Protozoology revised edition

-**J.F Donald tutt Stanley Paul,** Veterinay notes for hose owners 6 th edition, reprinted 1983



الجراحة في الخيل

د. هاشم محمد عبدالله

هناك عدة أسباب تعوق اختيار الجراحة البيطرية كعلاج نهائي وناجع منها ارتفاع تكاليفها التي تفوق أحيانا قيمة الحيوان، وصعوبة التجهز والعنايه بعد الجراحة وأثناء الشفاء، ولكنها تظل هي الحل الأمثل في الحيوانات ذات الأهمية الخاصة، كما أنها تمثل حقل تجارب لكل الجراحات في الإنسان.

يعد الحصان ذو أهمية قصوى لدى محبيه ومربيه، نظرا لأهميته وغلاء سعره، ولذلك يعد التدخل الجراحي في حالة مرضه خياراً أصيلاً واجب التنفيذ، ولكن قبل إجراء العملية الجراحية يجب إتخاذ الإجراءات الضرورية، منها:

التشخيص

يعد التشخيص الصحيح أول خطوة في الطريق السليم نحو الجراحة، ففي الحالات الخارجية (أي الظاهرة على جسم الحصان) تكون العين هي الحكم، مثلما يحدث في إجراء عملية فتح خراج أو رتق فتاق أو خياطة جراح أو غيرها. أما في الحالات الداخليه فيجب اتخاذ الحيطة في قرار الجراحة بالتشخيص الصحيح، ويمكن تلخيص طرق التشخيص فيما يلي:

الفحص اليدوي

يتم الفحص اليدوي من خلال فحص المستقيم لتقييم حالة الجنين أو الأمعاء أو غيرها.

الفحص بالأشعة

يمكن استخدام الاشعة بأنواعها المختلفة، لتشخيص الحالات المراد فحصها،تهيئة للتدخل المناسب.

الفحص بالمناظير

يتم استخدام المناظير كإجراء عادي وبسيط عند الكشف على حالة الجهاز الهضمي.

الفحص المختبري

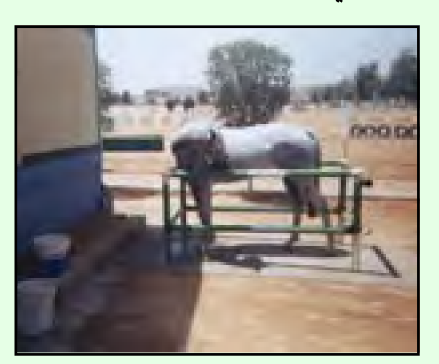
يجب فحص عينات من دم الحصان لتحديد مدى حاجته وأهليته للجراحة.

التحكم بالحصان

يجب التحكم بالخيل عند إجراء العمليات الجراحية حتى لا تسبب أضراراً للطاقم الطبي المعالج أو لنفسه، ويتم ذلك بالطرق التالية:

التحكم اليدوي الطبيعي

يعد التحكم اليدوي هو الوسيلة الأولية التي تلعب فيها الخبرة الدور الأكبر، وتوجد عدة وسائل للتحكم اليدوي تنصب فكرتها الأساسية على إحداث ألم معقول في مكان ما من الجسم ـ مثل الشفاه واللثة والأذنين ـ لشد إنتباه الحصان عن ألم التدخل الجراحي أو العادي، أوتثبيت الحصان بطريقة مثالية



تثبيت الحيوان للكشف عليه

تمنع أن يؤذي نفسه أو المعالج له أو حصان آخر، ومن الأهمية معرفة أن الأحصنة تختلف في طباعها، لذا يجب التعامل معها فرادى، وبطريقة سليمة، حسب طبع الحصان حتى لا يحدث لها أذى.

ويمكن تقسيم الخيل حسب طباعها إلي ثلاثة أقسام، هي:

١- حصان جاهل غير مدرب ، ولكن بلا عادات سيئة أو ضارة ويسمى الحصان الأخضر.

٢- حصان سيء الخلق والعادات نتيجة سوء التربية والرعاية.

٣- حصان مدرب وذو طباع جيدة .

التحكم الكيميائي

يتم التحكم الكيميائي باستخدام المهدئات والمسكنات وباسطات العضلات الدوائية (Tranguilizers and Muscle relaxant Sedatives) والتي تؤدي إلى خمول في حركة الحصان، وارتخاء شفاهه وعضلاته، وانسياب لعابه. ولهذه المواد أسماء تجارية مثل الكمبولين والستيون والرمبون، حيث يفضل إعطاء الأتروبين قبل إعطاء هذه المواد بحوالي ١٥ دقيقة لتخفيف الآثار الجانبية لها. ومن الاحتياطات الواجب إتباعها عند استخدام هذه الوسيلة استخدام التحكم اليدوي معها، وعدم زيادة الجرعات لأنها تؤدي إلى همود شبه كامل للحصان.

التخدير

يستجيب الحصان مثل سائر الحيوانات الأخرى لكل أنواع التخدير، ولكن تعتمد الاستجابة على جرعة المخدر، ومدة التخدير، ومدى سميتها، إضافة إلى أن مواد التخدير تشترك في أنها تتدخل في التمثيل الغذائي للخلية. ويعتمد هذا التدخل وتأثيره على جرعة المخدر ، ومدة التدخل، ومدى سمية المخدر، ومع ذلك يجب أن يسبق أي عملية تخدير تجهيزالحيوان كالتالي :

١- مراجعة الحالة الصحية العامة للحيوان وقياس كل علامات الصحة مثل التنفس والنبض والحرارة لمعرفة حالة الدورة الدموية.

٢- مراجعة حالة الجهاز الهضمي، وتصويم الحصان، والمبادرة أحيانا بإعطائه مضادات حيوية.

٣- تهيئة الحيوان ومكان العملية، وتجهيز معدات التحكم، ثم إعطاء الحيوان العلاج الأولي (Pre-anaesthetic medication or premedication) لدرء الآثار الجانبية لمواد التخدير.

أنواع التخدير

تشمل أنواع التخديرما يلي:

* **التخدير الموضعي**، وله عدة أنواع، منها:

– **التخدير السطحي**، ويتم باستخدام التجميد (Freezing) أو بالتخدير السطحي الكيميائي، مثل أميتوكايين أو بتروكايين. تستخدم هذه المواد على سطح الجلد في العلميات الصغيرة جداً، مثل إزالة الثآليل، أوخلع الأظافر، أو فتح خراج، أو غيرها.

– **التخدير الموضعي بالحقن**، ويشمل

(أ) ـ التسريب في العضلات وتحت الجلد.

(ب) ـ الحقن في الأوتار والمفاصل.

(ج) ـ الحقن في العمود الفقري، ويتم حول العصب الذي يغذي منطقةمعينة، ويسمى (Epidural anathesia)، ويستخدم في عمليات الولادة وفتح الكرش، ويستخدم حديثاً كل من البروكايين والليجنوكايين (Procaine & Lignocaine).

* **التخدير بالاستنشاق**، ويستخدم لتخدير كامل الحيوان، ولذا فإنه يحتاج إلى استعدادات جادة في غرفة العلميات وإلى



إعطاء حقنة لخيل مصاب

خبرة كبيرة، وينقسم إلى:

– **الاستنشاق الآلي**، ويتم باستنشاق الهواء العادي من خلال قطعة قماش مبللة بالمخدر، توضع على فم الحيوان، مثل الكلوروفوم والأيثر.

– **الاستنشاق الموجب**، ويتم ضخ المخدر مع الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من خلال جهاز تخدير، يوضع على الحيوان بكمامة أو أنبوبة مبخرة ، مثل الهالوتين.

* **التخدير بالحقن (Injectable anaestheita)**، ويستخدم لتخدير كامل الحيوان بحقن عدة مركبات منها:

– **الكلورال هايدرات**، ويعد المخدر التقليدي للحصان، حيث استخدم منذ ١٩٣٠م. ولتلافي كثير من آثاره الجانبية وصعوبة الإفاقة يستخدم محلول كلورات هايدرات ١٢٪ مع محلول سلفات المغنيسوم ٦٪ ، كمخدر تقليدي للحصان، كذلك يمكن أن يعطي مخلوط مكون من (٢١جرام)كلوروهيدرات و (١١جرام) سلفات الماغنيسيوم و(٥جرام) فينوباريتون ، في محلول مائي معقم ليصل إلي ٥٠٠مل. ولتلافي الآثار الجانبية يعطي قبلهما مهدئ مثل الرمبون أو الكمبالين.

ـ **مجموعة ثيوباربتيورات (Thiobarbiturates)**، ولها استخدامات واسعة في تخدير الأحصنة، منها ثيوبنتال الصوديوم(بنتوثال)، و ثياميل الصوديوم (سورتال).

العمليات الجراحية الصغيرة

تصنف العمليات الجراحية الصغيرة إلى ما يلي:

الجروح العامة

تحدث الجروح العامة في الحصان لأنه حيوان متحرك وسريع، وعادة لا تخلو الإسطبلات والمزارع من عوائق وأسلاك وغيرها تجرح الحصان وتؤذيه، ولكن قبل أن يعالج يجب تهدئته والتحكم فيه يدوياً،



معالجة حيوان مصاب بجرح

ويفضل استخدام مطهر ماء الأكسجين، ووضع المضادات الحيوية، ومانعات الذباب و إجراء خياطة الجرح تحت مخدر موضعي، إذا كان يحتاج لذلك. ويجب التنبة إلى أن الحصان حيوان حساس جداً لبكتيريا التيتانوس، لذا لابد من استخدام مصل التيتانوس مع مضاد البنسلين حقناً حسب حالة الحصان والجرح ، كما يجب أن يكون الحصان محصن ضد التيتانوس بالتوكسيد (Tetanus Toxiod).

جروح الأوتار

تتعرض الأوتار المنقبضة للقطع أو الجرح على طول إمتدادها، مما يؤثر على ما جاورها من أعضاء، ويتمثل علاجها بتثبيت الرجل بدعامة من الجبس تبدأ من الحافر وحتى مفصل الركبة. ويتم ذلك بعد إجراء المعالجات الأولية في حالة وجود جروح، كما يمكن عمل حدوة خاصة مرتفعة من منطقة العصب أو الكعب لعمل التوازن اللازم. تعد الأوتار من الأعضاء قليلة التروية الدموية، مما يزيد من احتمالية حدوث إلتهاب وقيح يساعد في تهتك المنطقة، ومع ذلك يمكن الخياطة في حالات محدودة، ويفضل أن تكون الجراحة بخيط صناعي مثل فيتافيل (Vetafil) أو سبراميد (Supramid) . وتعد خياطة الوتر المقطوع من أصعب العمليات، ولذلك فهي قليلة النجاح.

جــراحــة الحوافــر والقــوائم

تعد عملية التبطير الطبيعية عملية جراحية روتينيـة، يتم فيـها تقطيع الزوائد وفحص الحافـر وتركيب حدوة، ولكن قد يؤدي أي اخفاق فيها مثل إدخال المسامير في الأجزاء الحساسة، أو تقطيع يصل إليها نتيجة لقلة الخبرة، أو إهمال أثناء العمل إلى مشاكل كبيرة في حوافر الخيل. تتمثل أهم العمليات الجراحية في حوافر الخيل فيما يلي:

جراحة جسم الحافر الخارجي

تختلف درجة التدخل الجراحي في أمراض الحافر حسب الحالة ، وإمكانيات الوحدة العلاجية، وقدرة الطبيب على إجرائها، ويشمل ذلك بعض الحالات مثل الشق الرملي (Sand crack)، والجدار الخاوي (Hollow -wall hoof)، وصدأ الحافر، وتأكل الاطراف ويتمثل العلاج في إزالة الأجزاء الميتة لتشجيع النمو الطبيعي، والمعالجات الطبية، ووضع المواد المالئة، ووضع الأحذية الخاصة.

الكسور والنتوءات العظمية وتضخم الغضاريف والخراريج

تحدث ـ دائماً ـ كسور في عظام الحافر، ولذا تحتاج إلى تثبيت داخلي بالجراحة والمسامير، وهي عمليات تحتاج إلى عيادات بيطرية جامعية أو متخصصة. كما أن التعظم الداخلي للغضاريف والحويصلات العظمية يتطلب تدخلا جراحيا دقيقا. وعموماً يكون علاج كسور الحافر جراحياً، وذلك حسب الحالة وقدرة الوحدة العلاجية والطبيب على إجرائها.

العمليات الجراحية الداخلية

تعد عملية فتح البطن في حالات المغص البطني من العمليات كثيرة الاجراء ، ويجب أن يبدأ الطبيب المسؤول بملاحظات عدة يعرفها من السايس المباشر للحصان وأخرى يعلمها من معاينة الحصان نفسه ، ومن أهم هذه الملاحظات مايلي:

١- تاريخ المرض وطبيعة المكان والإسطبل.

٢- طبيعة المغص وتردده وشدته.

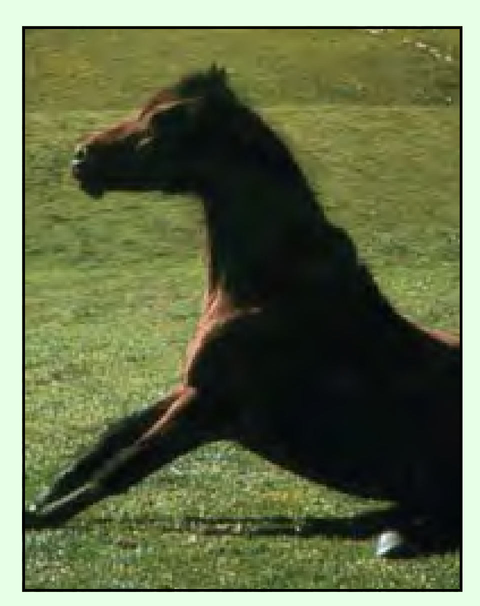
٣- أنعدام البول في الفرشة.

٤- جلوس الحيوان جلسة الكلب، وفي هذه الحالة توجد ضرورة قصوى لإدخال الأنبوب المعدي لتقليل ضغط الهواء داخل المعدة.

وأذا لم يستيقن الطبيب المسؤول عن الحالة من الملاحظات السابقة، ولم تكن كافية لتقرير إجراء الجراحة فإنه يجب عليه عمل ثلاثة إختبارات للتأكد من الحالة وفقاً لما يلي:

إدخال الأنبوب الأنفي المعدي

يتم إدخال الأنبوب الأنفي المعدي لتوضيح حالة الجهاز الهضمي ، ولإعطاء صورة جيدة عن حالة الأمعاء، ويمكن التأكد من مرور الأنبوب عبر المريء برؤيته من الجانب الأيسر للرقبة . كما أن نفخ الهواء فيه يقابل بضغط بسيط، أما إذا دخل في القصبة الهوائية فإنه لا يمكن رؤيته يسار الرقبة، ويحدث كحة للحصان، مع وجود ضغط معاكس عند النفخ.



جلسة الكلب لحيوان مصاب بمغص

الكشف بالسماعة على البطن

يستغرق التسمع مدة لا تقل عن خمس دقائق، ويكون ذلك في منطقة البطن وفي مناطق متفرقة، حيث تسمع ـ عادة ـ في حالة المغص الشديد أصوات تقلب مياه مع مواد مختلطة بها وفقاقيع هواء، كما يمكن سماع صوت الأعور ـ رغم صعوبة التعرف عليها ـ حيث تشبه خرير المياه .

ويجب الانتباه إلى أن هناك كثير من الأدوية التي توقف حركة الجهاز الهضمي لفترة قد تصل إلى ساعة واحدة، مثل المهدئات وسلفات الأتروبين (Atropine snlphate)، قد تؤدي هذه إلى توقف مزعج لحركة الأمعاء.

أما في حالة المغص البسيط أو المتوسط فلا تسمع أصوات الأمعاء بالسماعة، ولكن عند المشي تختلط السوائل وترتفع الأصوات، كما أن صوت الرمل داخل القولون يمكن سماعه أسفل بطن الحصان.

كشف المستقيم

يعد هذا الكشف إجراء روتيني ولكن يحتاج إلى دراية وخبرة لأن سماكة مستقيم



مراحل معالجة شرخ في حافر فرس



فحص الأمعاء والطحال والقولون من خلال المستقيم

الخيل رقيق ولايمثل مستقيم الابقار مثلاً ، كما أن الانتفاخ والألم اللذان يوجدان في الحيوان أثناء الفحص تصعب المهمة ولكن هذا التدخل يعتبر جوهري وأساسي حتى ولو تيقن الطبيب من الملاحظات الأولية ضرورة الجراحة نرى أنه لابد من إدخال اليد والكشف على أجزاء الجهاز الهضمي، ويمكن تحسس الطحال والتأكد من سلامة حوافه وأن حجمه طبيعي، وكذلك القولون والانحناءة عن الحوض والتأكد من عدم وجود التواء. كما أن الأعور (Caecnm) لابد من تحسسه كاملاً وخصوصاً المدخل والمخرج والتأكد من عدم وجود إلتواء أو كتل صلبة في الأمعاء الغليظة، وكذلك التأكد من عدم وجود أي إنتفاخات أو إلتواءات في الأمعاء الدقيقة.

عملية فتح البطن

تتم عملية فتح البطن (Laparotomy) عند عدم الاستجابة للعلاج الدوائي، وتأكد الطبيب أن الحيوان يحتاج إلى التدخل الجراحي نتيجة لملاحظة بعض الأعراض مثل:

- تداخل القولون (Infussusception)، والتواء الأمعاء (Tosional Colic)، والمغص نتيجة الانسداد بالرمل (sand colic).

أمعاء حيوان مصاب بانسداد الأمعاء الرملي

في حالة العمليات الطارئة ينبغي تصويم الحصان قبل العملية ، أما في حالة العمليات غير الطارئة فيمكن تقديم عليقة ملينة قبل ٥-٧ أيام من موعد العملية، يلي ذلك الدخول في إجراء العملية باتباع الخطوات التالية :

التحكم

يتم التحكم في الحيوان وفق مايلي:

١- التحكم اليدوي ثم التحكم الكيميائي بالمهدئات.

٢- ترقيد (Casting) الحيوان.

٣- التخدير العام حسب ماسبق.

٤- تعديل الحصان حسب وضع العملية، وذلك باختيار أي من الأوضاع التالية :

(أ)- وضع جانب البطن (Flund) يمين أو شمال.

(ب)- وضع قناة الخصية في حالة الذكر.

(ج)- وضع مقدمة المهبل لإزالة المبايض في حالة الأنثى .

الفتح

يعد الجانب الأيمن في الحصان هو الأفضل لفتح البطن لوجود المعدة في الجانب الأيسر، وقبل ذلك يتم تجهيز مكان الجرح وتطهيره ، حيث يتم شق الجلد تحت النتوء الكفلي، والاتجاه إلى أسفل لمسافة ١٠-١٥سم ، ثم فتح العضلات مع ملاحظة إيقاف أي نزيف، ثم رفع الغشاء البريتوني بملقط وفتحه عكس الجرح - أي في وضع أفقي (كأن الحصان واقف)- وأخيرا يتم توسيع وشد الجرح بمسكات خاصة .ويجب التنبيه على التعامل برفق وحرص ودقة ونظافة مع أجزاء الحيوان الداخلية، لرقتها واحتمالية حدوث انفجارها أو قطعها، إضافة الى التسمم والالتهاب. ولتجنب ذلك يقوم الطبيب بالتحكم الكامل في التخدير لأن أي تحرك للحصان سوف يؤدي إلى خروج هذه الأجزاء، مما يكون سببا حتميا لتلوثها وقطعها ونفوق الحيوان.

قفل الجرح

تتم خياطة الجرح والأعضاء الداخلية بعد الانتهاء من العملية المطلوب تنفيذها، من خلال أربع طرق، هي:

١- خياطة الجرح دفعة واحدة شاملاً الجلد والعضلات والغشاء البريتوني .

٢- خياطة الغشاء البريتوني والعضلات لوحدها ثم الجلد لوحده.

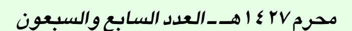
٣- خياطة الغشاء البريتوني لوحده ، ثم العضلات لوحدها ، ثم الجلد لوحده.

٤- خياطة الجلد فقط ولوحده .

تعتبر الطريقة الأخيرة هي الأمثل خصوصاً في الوضع الجانبي، لعدم وجود ضغط على الجرح ، كما أن العضلات تأخذ مكانها بنفسها وتلتئم .

بعد الجراحة

يحتاج الحيوان إلى مضادات حيوية ومتابعة حالته يومياً إلى أن يتم الشفاء بإذن الله.





الحمـرة في الخيل

د. محمد عبد اللطيف عبد الدايم

تصاب الخيل بالعديد من الأمراض مختلفة المسببات، فقد تكون بكتيرية أو فطرية، أو فيروسية، أوطفيلية، وهناك بعض الحالات المرضية ليس لها سبب محدد، بل قد يكون لها عدة أسباب.

يعد مرض الحمرة (Laminitis) الذي يصيب الخيل من الأمثلة على ذلك، إذ بالرغم من التقدم العلمي في مجال الطب عموماً والطب البيطري على وجه الخصوص فإنه لا زال حالة يلفها كثير من الغموض، وهي حالة تصيب كل أنواع الخيل وكل الأعمار، وفي كل الأحوال سواءً كانت الخيل للجري أو للعمل أو خاملة ليس لها عمل.

الحمرة مرض شائع في الخيل ومعروف لدى جميع المربين. تصاب فيه الصفائح الحساسة في الحافر بالتهاب يعوق انسياب الدم بكميات كافية لبعض أجزاء الحافر، إذ من المعلوم أن الدم ينقل الأكسجين والمواد الغذائية للأنسجة، وبدونه تتلف خلايا الحافر وتموت مما يؤدي إلى إلتهاب ينشأ عنه ألم شديد ـ غالباً ـ في القوائم الأمامية.

الأسـبـاب

هناك أسباب عديدة يظن أنها قد تؤدي إلى إصابة الخيل بالحمرة من أهمها:

١- تناول كميات كبيرة من الحبوب ـ ما عدا الشوفان ـ كالشعير والذرة وغيرهما أكثر من المعدل اليومي، وحيث أن هذه الحبوب تحتوي على نسبة عالية من النشويات فإنه يتم تحويلها إلى حامض اللبن (Lactic Acid) بواسطة بكتيريا اللاكتوباسيلاس (Lactobacillus)، وبكتيريا الإستربتوكوكس (Streptococcus)، ويؤدي هذا إلى تحويل وسط الأعور من القلوي إلي الحامضي ـ تعرف هذه الحالة بسببية الحبوب (Grain founder) ـ فتتسبب في إنحلال جدران البكتيريا سالبة الجرام، وبالتالي إنتاج سموم داخلية. يتكون حامض اللبن والسموم ـ عادة ـ خلال فترة تتراوح ما بين ٣ إلى ٦ ساعات من وقت الهضم، فيشكو الحيوان أثناءها من حالة مغص قبل أن تظهر عليه علامات الحمرة.

كما يمكن أن يتسبب أكل بقايا البقوليات في الحمرة رغم إحتوائها على كمية قليلة من النشويات، وفي هذه الحالة لا يوجد تفسير للمسبب رغم أن البعض يرجعها إلى إنطلاق هرمونات معينة عند



السمنة يعتقد أنها تسبب الإصابة بالحمرة

تناول هذه البقوليات.

٢- إفراز الديدان الداخلية ـ بشكل دوري ـ سموماً تؤدي إلى هذه الحالة.

٣- إصابة الفرس بالتهابات رحمية عقب الولادة نتيجة لبقاء جزء من المشيمة داخل الرحم لمدة أطول من اللازم.

٤- السمنة وزيادة الوزن، حيث يكون الضغط على الحوافر قوياً بسبب ثقل الجسم.

٥- الوقوف على أرض صلبة بدون وضع فرشة، مثل نشارة الخشب او غيرها.

٦- قد تصاب الأفراس التي في تكون حالة دورة شياع مستمرة قد تصاب بالحمرة نتيجة لاضطرابات الهرمونات .

٧- التهاب الجهاز التنفسي بإحدى الفيروسات، أو نتيجة للمعالجة ببعض الأدوية كمشتقات الكورتزون والفينايل بيوتيزون .

الجدير بالذكر أن هناك بعض الخيل لديها القابلية للإصابة أكثر من غيرها إذا ماتعرضت لأي من تلك الأسباب، ويعزى السبب في ذلك لعوامل وراثية.

معتقدات في أسباب الحمرة

تصاحب الحمرة ـ دائماً ـ كثير من الخرافات والإدعاءات التي يطلقها ويمارسها كثير من مربي الخيل، ومن أهم هذه الإدعاءات التي ظهرت خلال الخمسة عشر سنة الماضية ما يلي:

١- شرب كمية من الماء البارد بعد التمرين مباشرة، والصحيح أن ذلك يسبب المغص وليس الحمرة كما يدعي الكثير من الأشخاص.

٢- يمكن للشخص أن يشخص الحمرة من حرارة الرومانة والحافر فقط، والصحيح أن حرارة الجسم عموماً والحافر والرومانة خلال اليوم الواحد طبيعية.

٣- يمكن علاج الحمرة بعمل نزيف من الوريد، ولكن الشيء العلمي أن هذا العمل يخفف ضغط الدم العام للحيوان الذي

يرتفع نتيجة الحمرة، وتوجد أدوية تؤدي هذه الوظيفة بدلاً من نزيف الحيوان.

٤- وضع كمادات باردة أو ثلج يخفف أو يزيل الألم، والصحيح أن البرودة تسبب إنقباض للأوعية الدموية، وهذا يزيد الألم للحصان، كما أن الكمادات الدافئة والمعالجة الحرارية تزيد من تدفق الدم لما تسببه من إنبساط الأوعية، وبالتالي تقلل الضغط والألم.

٥- عدم قابلية الفرس الحامل للإصابة بالحمرة، والصحيح أن الحوامل تكون أكثر عرضة للإصابة بالحمرة من باقي الأحصنة لأن وزنها وأكلها وعلفها يزيد ، ودائماً تعى عناية زائدة في المرعى، وترسل للمرعى الممتاز.

المراحل والأعراض

تمر الحمرة على ثلاث مراحل. تبدأ بمرحلة التطور (بداية الحالة)قبل ظهور الأعراض، يلي ذلك مرحلة الأعراض الحادة، ثم المرحلة المزمنة التي تشهد بداية تحول السلامية الأخيرة من وضعها السليم.

تظهر على الحيوان أثناء إنتقال المرض من مرحلة إلي المرحلة التي تليها أعراض يمكن تقسيمها إلى خمس درجات. تسمى الدرجات الأربع الأولى بدرجات المرحلة الحادة. أما الخامسة فهي عبارة عن المرحلة المزمنة.

الدرجة الأولى

تمثل هذه الدرجة بداية ظهور المرض ، وهي أقلها إيلاماً للحيوان، ولكن تظهر عليه علامات عدم الراحة والتململ، حيث يرفع رجله كل مرة ثم ينزلها، ولكن لا تظهر عليه أعراض عرج في المشي، وربما لوحظ أعراض انحناء أثناء الخبب.

الدرجة الثانية

في هذه الدرجة يظهر على الحيوان العرج في المشي ولكنه يرفض ويقاوم الخبب.

الدرجة الثالثة

يظل الحيوان يرفع رجله بحدة وينزلها



وضع الأرجل أثناء الوقوف لخيل مصابة بالحمرة

بدرجة سريعة، حيث يستطيع المشي ولكن بصعوبة بالغة.

الدرجة الرابعة

عند هذه المرحلة من المرض يلاحظ على الحيوان ما يلي:

١- عدم القدرة على المشي أو الحركة إلا إذا أجبر على ذلك.

٢- وجود سخونة وحرارة عالية عند لمس الرومانة.

٣- وجود نبض عالي جداً في الأمشاط.

٤- إرتفاع النبض و التنفس ودرجة حرارة الجسم (حرارة المستقيم).

٥- ارتجاف في العضلات.

٦- ظهور الوقفة المميزة للحمرة وتسمى وقفة المنشار (Saw horse stand)، حيث يمدد الحصان رجليه الأمامية لأبعد مسافة ممكنة أمامه تخفيفاً لحمل وزن الجسم.

الدرجة الخامسة

بعد مرور ٤٨ساعة من بداية العرج - بداية الطور المزمن - يحدث إلتواء في عظمة السلامية الثالثةنتيجة لفقدان دعم الصفائح الحساسة وقوة الجذب الذي يمثله الوتر المشطي القابض الغائر لهذه العظمة. يتسبب الضغط النازل إلى أسفل في إلتواء هذه السلامية، وبالتالي زيادة سطح النعل فيما يسمى عادة النعل الواقع (Dropped shoe)، كما يتسع الخط الأبيض وتبدأ سلسلة من الخطوط شبه الدائرية في الحافر كلما زادت السلامية في الإلتواء والدوران (Rotation).

وإذا كان التلف في الصفائح كبيراً فإن السلامية الثالثة تغطس بعمق شديد في جدار الحافر، وتسمى هذه الحالة بالغاطس (Sinker) التي يستحيل علاجها مرة أخرى.

التشخيص

يمكن تشخيص الحالة من طريقة وقوف الحيوان، وزيادة النبض في شريان الرومانة، وحرارة الحافر عند الملمس، والألم عند ضغط الحافر بفاحص الحافر (Hoof tester) . أما في حالة الحمرة المزمنة فإن شكل الحافر ووجود الخطوط عليه يؤكد أن هذا الحيوان قد أصيب بالحمرة في السابق.

العلاج

يتطلب علاج الحمرة صبراً طويلاً، حيث ثبت أن هناك عدة حالات إستجابت للعلاج، غير أن بعض البيطريين يتعجل ويعدم الحيوان، لكن وكتجربة علاجية يمكن لأي مربي إتباع الخطوات التالية :-

١- تجويع الحيوان أو الصيام عن الأكل لمدة ٢٤ ساعة، يقدم له الماء فقط ويعطى جرعة للديدان.

٢- استبعاد أي حبوب أو شعير من البرنامج الغذائي المعتاد وتفريغ المعدة بكبريتات المغنسيوم.

٣- حقن الحيوان مرتين أو ثلاث في اليوم



سلسلة الخطوط شبه الدائرية في الحافر المصاب

الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية
الجديد في العلوم والتقنية

بمضاد للحساسية (Antihitamine) .

٤- إعطاء عقار النيومابين بالفم مرة واحدة في اليوم للقضاء على السموم الداخلية .

٥- إعطاء مضاد التهابات (فينايل بيوتزون).

٦- تنزيف الجواد من القوائم الأمامية مرتان أو ثلاثة بعد كل يومين .

٧- عمل مكمدات دافئة للحافر لجلب الدم للمنطقة الملتهبة، وتمشية الجواد المصاب لمدة ٣ ساعات في اليوم، وذلك بعد إغلاق العصب بمخدر موضعي لتخفيف الألم عند المشي.

٨- استعمال المحاليل الوريدية لتعويض مافقده من سوائل في حالة الإسهال .

٩- في حالة الحمرة المزمنة يتم تقويم الحافر بنوع معين من الحدوة، ويحتاج الأمر لطبيب بيطري ماهر، وكما يقال: "الوقاية خير من العلاج" لذا يلزم إتباع برنامج رعاية من شأنه أن يجنب كل مربي من حالات الحمرة ومثال لذلك :

(أ)- إعطاء الحيوان طاردات الديدان في مواعيدها كل ٣ أو ٤ أشهر.

(ب)- عدم الافراط في كميات الشعير المقدم للجواد كل صباح.

(ج)- تجنب السمنة فإن لها مضاراً عديدة.

(د) وضع الفرشة المناسبة من نشارة خشب على أرضية البايكة.

(هـ)- الإسراع في السيطرة على الحالة فور الإصابة، وعدم التهاون في بدء العلاج .

المراجع

1- Lameness in Horses

By **O.R. ADAMS**

2- Veterinary Notes for Horse Owners

By **Captain M.Horace Hayes**

3- Equine Medcine and Surgery

4- Manual of Eguine Prac tice

By **Reuben J` Rose**

ارتفاع نسبة الأوزون في المرتفعات الجبلية

تعاني المرتفعات الجبلية -بجانب قلة الهواء- من ارتفاع نسبة غاز الأوزون . ويذكر العلماء أن الأوزون في المنطقة التي تغطي هضبة التبت - ترتفع أربعة آلاف متر فوق سطح البحر- تشمل قمة جبل إفرست وك٢ (Everest and K_2) ، تعادل نسبة الأوزون الموجودة في أكثر المدن تلوثاً بالهواء مما يشكل خطورة صحية لمتسلقي تلك الهضاب .

ويقول **كنت مور (G. W. Kent Moore)** -رئيس قسم علوم الكيمياء والفيزياء بجامعة تورنتو ورئيس فريق الدراسة- أن محيط هضبة التبت تتوسطه هالة كبيرة بها تركيز عالي من غاز الأوزون .

كان اهتمام **جون سمبل (John Semple)** - عضو فريق الدراسة واستاذ الجراحة ومولع بتسلق الجبال- منصب حول أثر تغير الطقس في المرتفعات العالية على صحة متسلقي الجبال، حيث قام بمشاركة **مور** بدراسة حالات سابقة فاتضح لهم أن زيادة نسبة الاوزون - يعد من الغازات الشديدة التفاعل - لها بعض الاضرار على متسلقي الجبال حيث يسبب استنشاقه السعال وألم في الصدر وتهتك غشاء الرئتين .

ويذكر **مور** أن هناك ظاهرة معروفة في علم الأرصاد الجوية متمثلة في وجود زوابع بين طبقتي الاستراتوسفير - الجزء الأعلى من الغلاف الجوي - والتروبوسفير- الجزء السفلي من الغلاف الجوي - بين ارتفاع ١٢ إلى ١٠ كيلو متر، بل قد تنخفض إلى تسعة كيلو مترات . وعليه فإن هذه الزوابع قد تصادف الشخص عندما يكون فوق قمة إفرست .

فضلا عن ذلك فإن طبقة الاستراتوسفير هي الطبقة التي يكثر فيها غاز الأوزون الذي يحمينا من الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس . أي أن هذه الطبقة من الأوزون تعد مفيدة لنا ، وستكون ضارة إذا سقطت على سطح الارض بنفس كميتها . ويذكر سمبل أن الزوبعة المذكورة عندما تهبط لتصل إلى قمة الجبال فإن هالة غاز الأوزون ستهبط معها لتجعل المنطقة ملوثة بالأوزون، مما يخيب آمال متسلقي الجبال الذين يظنون أن المناطق المرتفعة نظيفة من الملوثات . ويضيف **سمبل** أن غاز الأوزون في المرتفعات الجبلية قد تحول من غاز نافع يحجب الأشعة فوق البنفسجية إلى غاز ضار للحيوانات -وربما الإنسان- الموجودة في تلك المرتفعات .

قام **سمبل** بتسلق جبل يلي باس في بوتان بالتبت في خريف ٢٠٠٤م حيث جمع إحصائيات عن حالة الطقس وتقلباته . وعند قياس نسبة الأوزون على ارتفاع ٣-٥ آلاف متر من سطح البحر اتضح إرتفاع نسبته مع زيادة الارتفاع عن سطح البحر .

من جانب آخر قام **مور** بدراسة قياسات نسبة الأوزون فوق الهضبة أثناء أكتوبر ونوفمبر للأعوام ١٩٩٧م حتى ٢٠٠٤م ، توجد أن نسبة الأوزون متدنية في وسط الهضبة، ولكنها مرتفعة حول الحواف مشكلة هالة من الأوزون .

ويعتقد **مور** أن حدوث تلك الهالة شبيهة بما يحدث في الموائع . فمثلا عندما تمر المياه على جسم غاطس ، فإنها تكون أكثر اندفاعا حول هذا الجسم مخلفة عمود ساكن من المياه فوقه . ويضيف **مور** أنه في حالة هضبة التبت فإنها تمثل جسم يحد من حركة غاز الأوزون، ولذلك ينخفض تركيز الغازات فوق هذا الجسم ويزيد حول الحواف، مكونا هالة من غاز الأوزون .

ويذكر **سمبل** أن نسبة الأوزون التي سجلتها الدراسة عند سطح الأرض تعد متدنية مقارنة بالحدود الآمنة صحيا للانسان ، ولكن يخشى أن لاتكون آمنة عند تسلق الجبال الشاهقة ، وإذا أخذ في الاعتبار نقص الأكسجين في تلك المناطق ، فإن متسلقي الجبال يكونون أكثر عرضة لمشاكل تنفسية خطيرة ، حيث أنهم يأخذون كمية من الأوزون أكبر من الكمية المفترض التعرض لها على سطح الأرض مع قلة الأكسجين في تلك الأماكن .

المصدر :

http://www.sciencedaily.com/releases/2005/12/051207211632.htm

ضعف الخصوبة في الأفراس

أ.د. مرزوق بن محمد العكنه

يدل تعبير "ضعف خصوبة الفرس" على الخلل في خصوبتها، سواءً من ناحية إبداء رغبتها في التزاوج، أو إخصابها، أو تغذيتها للجنين النامي، أو حفاظها على الحمل، أو لفظها الطبيعي للمهر مع أغشيته، أو عودتها للإنسال الطبيعي بعد الولادة. يأتي دور الطبيب البيطري المختص في تقييم ضعف خصوبة الفرس ثم وضع الحلول، بينما يتعذر عليه علاجه عندما يتحول إلى "عقم".

هناك طرق مختلفة لتقسيم مسببات ضعف الخصوبة في الأفراس، منها: حسب العوامل داخل الفرس وخارجها، أو حسب ما إذا كانت معدية أو غير معدية، أو حسب المسببات التشريحية والفسيولوجية، أو حسب الرعاية، أو حسب الأحياء الدقيقة.

المسببات التشريحية

يمكن تقسيم المسببات التشريحية لضعف الخصوبة في الأفراس إلي ما يلي:

● عيوب خلقية

تظهر هذه العيوب في المهرات الشابة (Fillies) أكثر من الأفراس (Mares)، وقد سجل منها مايلي:

* **عدم تكامل الجهاز التناسلي**، وفيها أن المهرة تولد ومعها شذوذ في الصبغيات (64XX/65XX Y)، حيث تتمتع الفرس عادة بجهاز تناسلي أنثوي متكامل، وعند بلوغ المهرة الشابة يحدث تغير في الجهاز الأنثوي ليصبح قريب الشبه بالجهاز الذكري.

* **متلازمة ترنر (63XO)**، وهي شذوذ صبغي غير شائع يجعل الفرس عقيمة وصغيرة في الحجم، ولا تبدو عليها دورة الشبق العادية. وتكون المبايض صغيرة جدا، ولا تؤدي وظيفتها، وجدار الرحم رقيق، ولا يمكن جسه.

* **تشوهات صبغية أخرى**، وفيه تبدي بعض الأفراس مظهر خارجي طبيعي إلا أن جهازها التناسلي قاصر النمو، حيث يؤدي الشذوذ الصبغي الشائع (XY,64) إلى تحول جنسي، وقد يظهر لبعض الأفراس جهاز تناسلي سليم داخلياً وخارجياً ولكنها تكون ضعيفة الخصوبة، وتشمل الأفراس التي لديها شذوذات في التركيب الصبغي.

* **غدة كظرية منتبذة**، وفي هذه الحالة تهاجر الأنسجة القشرية الكظرية مع المنسل الأنثوي لتنمو متاخمة لقطب المبيض.

* **كيسات جوار المبيض**، وفيها تظهر كيسات صغيرة الحجم في رباط المبيض، وهذه الكيسات ليس لها عادة تأثير على الخصوبة.

● عيوب بعد الولادة

تلاحظ عيوب بعد الولادة في الأفراس أكثر منها في المهرات الشابة، وهي:

* **المبايض المستأصلة**، وتتم عادة لأسباب يراها المالك القديم، وبعد أن تنقل الفرس إلى المالك الجديد فإنه يفاجأ أن فرسه الذي قام بشرائه ماهي إلا فرس أزيلت مبايضها.

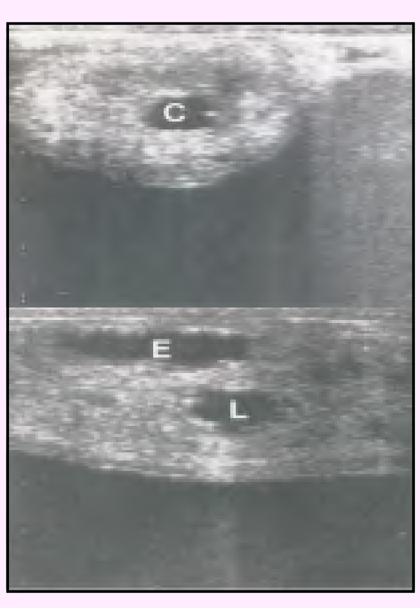
* **التهاب قناة فالوب**، ويكون السبب عادةً تلوث بكتيري.

* **كيسات رحمية**، ويتم التعرف ـ عموما ـ عليها بتصوير الجهاز التناسلي بالموجات فوق الصوتية، شكل (١). وهي في الغالب صغيرة الحجم (أقل من ١ سم)، ولكنها قد تكبر بإفراط (٥ سم). وتوجد بأعداد قليلة، وتتجمع بشكل متكرر بقرب بعضها، و إذا لم يتم فحص الفرس مسبقاً فإنه يصعب تمييز الكيسات من الجنين النامي.

* **توسع سفلي للرحم**، وهو عبارة عن اتساع دائم في أحد قرني الرحم، أو في كليهما (نادرا). ينتج من الحمل المتكرر، مما يسبب ضعف جزئي لعضلة الرحم لكثرة تمددها.

* **إصابات عنق الرحم**، ويحدث نتيجة لوجود تليف أو التصاقات في عنق الرحم، وعادة يرجع السبب إلى عسر ولادة سابق أو التهاب مهبلي مزمن أو التهاب بطانة الرحم.

* **ورم الجهاز التناسلي**، وهي بشكل عام نادرة الحدوث، وقد تم تسجيل الحالات التالية:



● شكل (١) صورتان بالموجات فوق الصوتية توضحان كيسات رحيمة بأحجام مختلفة في رحم فرس.

ـ الورم المسخي المبيضي (Ovarian teratomas)، ويتكون من قناة والفيان الجنينية المضمحلة، وعادة لا يسبب مشكلة تناسلية.

ـ ورم خلايا الغشاء المحبب في المبيض (Granulosa cell tumour)، وهي عادة أورام حميدة، ولكنها تنتج هرمون الاستروجين أو الاندروجين لذلك يسبب سلوك شاذ في دورة الشبق.

يمكن تشخيص الورم بالجس المستقيمي للمبيض، حيث يظهر المبيض المصاب كروي كبير وصلب (٨–٣٠ سم في القطر)، بينما يكون المبيض الآخر عادة صغير وخامل.

ـ أورام رحمية، وقد تسبب نزيف مستمر في الرحم.

المسببات الفسيولوجية

تتمثل المسببات الفسيولوجية لضعف الخصوبة في الأفراس فيما يلي:

● **الخمول الجنسي**

يعرف الخمول الجنسي بأنه الفترة التي تكون فيها المبايض خاملة بدون نمو تبييضي للجريبات وغياب دورة الشبق، ولا يقصد بها خمول المبايض أثناء الحمل. لا يحدث عادةً خمول جنسي للأفراس أثناء الشتاء في دول الشرق الأوسط، ولكن قد يحدث خمول جنسي خلال حرارة الصيف العالية.

● **الشياع الصامت**

يحدث الشياع الصامت في الأفراس بحيث لا يظهر عليها علامات شياع، أو لا تسمح بالتزاوج، بينما تؤكد الفحوصات المستقيمية والمهبلية أن الفرس في شبق وقريبة من التبويض.

● **الشبق المفلوق**

يظهر الشبق المفلوق حين تفشل الأفراس في إبراز علامات الشياع لمدة يوم أو يومين خلال منتصف شبق طبيعي، وهذا يعني أن الجريبة تستمر في النمو وفي نهاية المطاف يحدث لها تبويض.

● **شراهة الأنثى في التزاوج**

يحدث أن تستمر الجريبة الكبيرة (أو جريبات صغيرة) في إنتاج استروجين كاف يجعل الفرس تبدو في شياع طويل.

● **التبويض المتعدد**

قد تنمو أكثر من جريبة ليتعدى قطرها ٣ سم، وقد يحدث لها تبويض وعبور البويضات إلى قناة فالوب ثم تلقح وتكوِّن أجنة متعددة، شكل (٢).

● **جريبات لوتينية نزفية**

قد تصل بعض الجريبات إلى حجم التبويض لكنها لا تنفجر، لذلك لا تنطلق البويضة ولا يحدث إخصاب. يمكن التعرف على هذه التغيرات بالأشعة فوق الصوتية.

● **خمود جنسي ممتد**

يحدث الخمود الجنسي الممتد بسبب استمرارية تواجد الجسم الأصفر غير المعتاد لمدة تصل إلى ثلاثة أشهر أو أكثر، مع عدم وجود حمل نتيجة لالتهاب بطانة الرحم ولفشل إفراز هرمون البروستاجلاندين المسبب لاضمحلال الجسم الأصفر.

● **تكيس المبايض**

يمكن تعريف تكيس المبايض بأنه تواجد تراكيب كبيرة ممتلئة بالسوائل، وهو بوجه عام لا يحدث في الأفراس. وقد يحدث تشخيص خاطئ لحالات " تكيس المبايض " في الأفراس، ومنها:

ـ أن تكون مبايض الفرس كبيرة مقارنة بالبقر مما يجعل الممارسون غير المعتادين على ذلك يخطئون في مبيض الفرس العادي.

ـ وجود نشاط جريبي مستمر للمبيض خلال الخمود الجنسي الممتد، وهو غير مصحوب بشياع.

ـ وجود نشاط جريبي مكثف للمبيض خلال الحمل المبكر، وهو يحدث أيضا في الحمل الكاذب.

● **تحصن الفرس ضد الجنين**

تطلق الأم في بعض حالات التهاب بطانة الرحم أجسام مضادة قد تعمل على رفض الجنين.



● شكل (٢): فرس أنجبت مهرين نتيجة للتبويض المتعدد.

المسببات الحيوية

يوجد العديد من المسببات الحيوية التي تؤدي إلى ضعف الخصوبة في الأفراس، منها:

● **الأسباب البكتيرية**

تؤدي بعض الأمراض الناجمة عن مسببات بكتيرية في ضعف خصوبة الفرس مثل إلتهاب المبيض وإلتهاب قناة فالوب وإلتهاب عنق الرحم والمهبل وإلتهاب بطانة الرحم.

يعد إلتهاب بطانة الرحم من أهم الأسباب البكتيرية لضعف الخصوبة، وهناك ثلاثة أنواع من البكتيريا التي تصيب إلتهاب بطانة الرحم هي :–

١– تيلوريلا اكويجنيتاليس (سابقا هيموفلاس اكويجينيتالس)، وهي تسبب الالتهاب الرحمي الخيلي الساري.

٢– كلبسيالا الالتهابات الرئوية (كابسول نوع ١،٢،٥).

٣– سيدوموناس ايروجونوزا.

يتم تشخيص إلتهاب بطانة الرحم عن طريق الفحص السريري لمعرفة ما إذا كان يوجد إفرازات، وفحص الرحم بالموجات فوق الصوتية بعد ٢٤ ساعة من التزاوج.

يوجد بعض العوامل المساعدة على حدوث إلتهاب بطانة الرحم، منها:

١– تواجد بيئة رحمية غير مناسبة لنمو محصول الحمل.

٢– تحلل مبكر للجسم الأصفر مما ينتج عنه فشل الحمل المبكر بسبب التهاب المشيمة واحتمال تجرثم الدم أو تسمم الدم الجرثومي للحميل في نهاية الحمل، وبالتالي قد يؤدي إلى الإجهاض.

٣– وجود عدوى غير محددة تسبب التهاب بطانة الرحم تصعد من المنطقة الخارجية للجهاز حيث يوجد هناك تجمع بكتيري ثابت وغير ضار عادة.

٤- الاسترواح المهبلي (شفط الهواء).

يتم علاج إلتهاب بطانة الرحم باستخدام المضادات الحيوية بشكل أساسي، وغسل الرحم بكميات كبيره نسبياً من محلول فسيولوجي لتقليل عدد البكتيريا وتخفيف نواتج الأبيض السام وإزالة طعام الخلايا.

وللوقاية من الإصابة بالمرض يفضل استخدام التلقيح الصناعي، حيث أن المني المخفف يحتوي على مضادات حيوية ويدخل إلى الرحم بطريقة معقمة، أو يصب في رحم الفرس - المعروف بحساسيته لالتهاب بطانة الرحم الفسيولوجي - كمية كبيرة(١٠٠ - ٥٠٠) من المحلول الملحي الذي يحتوي على مضاد حيوي، وذلك قبل التزاوج، وغسل الأعضاء التناسلية للذكر والأنثى بالماء قبل التزاوج لإزالة التلوث الظاهري ومنع استخدام المطهرات، وعلاج الفرس ضد إلتهاب بطانة الرحم خلال ٢٤ ساعة من التزاوج.

● **الأمراض الفيروسية**

يوجد عدد من الفيروسات التي تصيب الفرس فتؤدي إلي ضعف الخصوبة، منها:

* **فيروس الهربس الخيلي ١**،ويعد السبب الأكثر أهمية لحدوث عملية الإجهاض في الخيل، كما يسبب مرض الإلتهاب الرئوي الأنفي، وأمراض عصبية.

ينتشر هذا المرض عن طريق التزاوج وينتج عن الإصابة به الإجهاض، وقد تشفى الفرس المصابة بسرعة، كما يمكن التحصين ضد هذا المرض.

* **فيروس الهربس الخيلي ٣**، ومع أن هذا الفيروس ينتشر بالتزاوج إلا أنه لا يسبب الإجهاض، وقد تنتقل العدوى نتيجة لاستخدام أدوات ملوثة في الفحص، أو إنفجار الحويصلات حيث ينتج عنها قرحات معدية.

تتأثر الخصوبة فقط عندماتصاب الفرس بشدة لأنها تعوق عملية التزاوج، وقد يتم الشفاء خلال ١٤ يوم.

* **الإلتهاب الشرياني الفيروسي الخيلي**، وينتشر بالتزاوج والرذاذ المعدي، وهومسبب نسبي للإجهاض في بعض الأقطار، وللفيروس نزعة حول الأغشية المخاطية.

تشمل أعراض الإصابة بهذا المرض إلتهاب الملتحمة(العين الحمراء)، وكحة، وضيق تنفس، وإسهال، ومغص، وأستسقاء تحت الجلد.

من الجدير بالذكر أن نسبة الإجهاض الناجمة عن الإصابة بهذا المرض تختلف من منطقة إلى أخرى ، وأن الأفراس المصابة تشفى من العدوى بسرعة، ومع ذلك يجب إستبعاد الأحصنة المصابة من برامج الإنسال. واستخدام التحصين لأنه متاح وفعال، ويحدث استجابة مصلية منخفضة.

● **الفطريات والخمائر**

تتعرض الأفراس للإصابة بالفطريات والخمائر، فتؤثر تلك الإصابة على خصوبتها، وقد ينتج عنها إجهاض متأخر - الشهر الثامن للحمل - نتيجة لإلتهابات المشيمة، ومن الأسباب الرئيسية للإصابة بهذه الفطريات سوء الرعاية.

● **الأوليات**

تعد المثقبات الخيلية (Trypanosoma equiperdum) من أهم الأوليات التي تصيب الفرس مسببة مرض **دورين**، ومن أبرز علامات المرض تورم الجهاز التناسلي الخارجي للفرس، مما يؤدي إلى إعاقة عملية التزاوج، وبالتالي يؤدي إلي ضعف الخصوبة.

ويتميز هذا المرض بفترة حضانة تتراوح ما بين إسبوع إلى إسبوعين. ومن أعراضه ظهور بقع حساسية من وقت إلى آخر. قد يتطور المرض إلى شلل عضلات الوجه والأقدام مما يسبب الهزال والنفوق. يمكن تشخيص الطفيل بإختبار تثبيت المتممة (Complement fixation).

الإهمال في الرعاية

يؤدي الإهمال في رعاية الفرس إلى إضعاف نسبة الخصوبة فيها، كما أن ضعف التعاون بين الإدارة والطبيب البيطري لا يحقق الأمل المنشود في الحصول على أمهار سليمة من أمهات سليمة، ومن أهم مظاهر الرعاية ما يلي:

● **نظافة الإسطبلات**

ينبغي أن تكون الإسطبلات نظيفة وتحتوي على نظام تلطيف الهواء خلال حرارة الصيف.

● **حفظ السجلات**

يجب أن ترتبط سجلات الأفراس بجمعية تربية الخيل بواسطة الحاسوب إذا كان هناك جمعية، كمايجب أن يكون هناك سجل فردي لكل فرس يسجل فيه بعض المعلومات منها: التشميم، والتلقيحات، والحمل، وفحص الجهاز التناسلي، والعلاجات، وغير ذلك.

● **التغذية**

ينبغي أن يقدم للفرس علف متوازن كي يجعلها غير نحيفة وغير سمينة.

● **التمارين اليومية**

أثبتت التجارب أن حكر الفرس في الإسطبل بدون تمارين يؤدي إلى ضعف خصوبتها.

● **عدم العناية بالتحصينات**

تتسبب الطفيليات الداخلية والخارجية بإزعاج مستمر للفرس ومشاركته في الغذاء، مما ينعكس بالتأكيد على خصوبة الفرس. كما أن لإصابة الفرس بالأمراض المعدية والسارية نتيجة لعدم العناية بالتحصينات أثر سلبي على الخصوبة.

● **التلقيح في شياع المهر**

قد تشيع الفرس(Foal heat) بعد ولادتها بين اليوم السابع واليوم العشرين، ولكن هناك دراسات وآراء مختلفة حول إتمام عملية التلقيح في هذه الفترة، منها:

- دراسات تحبذ التلقيح في فترة الشياع، وتعتمد تلك الدراسات على أن الفرس قد تدخل في شياع صامت بعد هذه الفترة. ويرى كاتب المقال أنه لا مانع من تلقيح الفرس في شياع المهر بعد التأكد من سلامة جهاز ها، وليس من المجدي استخدام طرق تحكم هرمونية في هذه الفترة.
- دراسات لا تحبذ إتمام العملية في فترة الشياع لأن نسبة الإخصاب في هذه الفترة تكون ضعيفة إذا ما قورنت مع غيرها.

● **اكتشاف الشبق**

يجب العمل على اكتشاف فترة الشبق في الفرس حتى لا تضيع فرصة التلقيح، وذلك من خلال المراقبة المستمرة للفرس، وعدم الاعتماد على عمال غير مهرة، وعمل السجلات التي تساعد على توقع موعد الشبق، والقيام بعملية التشميم.

● **عدم تشخيص الحمل**

قد يؤدي عدم تشخيص الحمل مبكراً إلى تلقيح الأفراس التي قد تشيع لاحقاً مما يؤدي إلى الإجهاض المبكر.

عرض كتاب

تربيـــــة الخيــــول

إعداد : أ. عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي

صدر هذا الكتاب عن دار منشأة المعارف للنشر لمؤلفه الدكتور/ عبدالحميد محمد عبدالحميد . أستاذ تغذية الحيوان ورئيس قسم الإنتاج الحيواني بكلية الزراعة في جامعة المنصورة بجمهورية مصر العربية.



تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٧٨ صفحة تتناول موضوعه من خلال ثمانية فصول .

تناول **الفصل الأول** أصل الخيل، حيث أشار المؤلف إلى أن الخيل البرية تنتشر في عدة أماكن من العالم ، وأن معظم المتواجد منها اليوم ذات أصل أليف مستأنس ، باستثناء الحصان المنغولي (في حدائق الحيوان فقط) الذي أبيد تماماً من موطنه الأصلي في سهول آسيا.

ويواصل الكاتب الحديث عن حياة الخيل مشيراً إلى أنها تعيش في قطعان تحوي إناث (٢–٨ أفراس) ، يسيطر عليها فحل واحد ، وإذا مات الفحل تظل هناك علاقات اجتماعية بين الإناث للمحافظة على ترابط القطيع وبقائه .

أشار المؤلف إلى أن الاستئناس الحقيقي والكامل للخيل كان على يد سيدنا إسماعيل عليه السلام، فأصل الخيل المستأنس عربي ، لذلك سميت الجياد عراباً ، وقد تم استخدامها في مجالات وأغراض شتى ، مشيراً إلى اهتمام كثير من الأمم بالخيل والفرسان، حتى اعتبرت رمزاً للحرية في الغرب الأمريكي ، ثم أصبحت رمزاً وطنياً لأمريكا كلها. أما اليونانيون والرومانيون فقد باهوا بأفراسهم وفرسانهم . أما عن العرب فقد أشار الكاتب أن حبهم للخيل والفروسية قديم وأصيل ، حيث أنهم أسهبوا في نظم الشعر وكتابة الكتب عنها، ويكفي مكانة للخيل تشريف الله لها حين أقسم بها في كتابه الكريم ، وذكرها صراحة في سبع سور . فنالت بذلك كرامة إلهية. كما قال فيها الرسول ﷺ (الخيل معقود في نواصيها الخير إلى يوم القيامة)، وفي هذا كله ربط بين الخيل والخير . كما نهى ﷺ عن التحريش والمصارعة بين الخيل ، فقال الخيل ثلاثة : فرس للرحمن وفرس للإنسان وفرس للشيطان ، فأما فرس الرحمن فالذي يرتبط في سبيل الله ، فعلفه وروثه وبوله ماشاء الله ، وأما فرس الشيطان : فالذي يقامر أو يراهن عليه ، وأما فرس الإنسان : فالذي يرتبطه الإنسان يتلمس بطنها للنتاج فهي ستر من الفقر .

خصص المؤلف **الفصل الثاني** للحصان العربي وأشار إلى أنه أجمل وأغنى الخيل في العالم، فهو تجسيد حي للوفاء والإرتباط بصاحبه ويمتاز بسرعته وقوة احتماله .

وأرجع المؤلف نسب الخيل العربية إلى عشرة أنساب، هي الحجازي، والنجدي، واليماني، والشامي، والجزيري، والبرقي، والمصري، والخفاجي، والمغربي، والإفرنجي ، وذكر أن الخيل المصرية هي أمهرها وأخفها . ثم تطرق إلى مكانة الخيل في مصر، وقدم تعريفا مفصلاً بمحطة الزهراء التي أنشئت في عام ١٨٩٨م، موضحاً أنها تقوم بتسمية المهور، وتدريبها، وعلاجها، والاهتمام بها، من خلال الهيئة الزراعية المصرية التابعة لوزارة الزراعة.

تناول المؤلف في **الفصل الثالث** أنواع الخيل وانتاجها وتعدادها، وذكر أنها تتبع في تقسيمها العلمي العائلة الخيلية والتي تتميز بأنها حيوانات وحيدة المعدة (غير مجترة) وحيدة الحافر، من صف الثدييات تحت المملكة الحيوانية . مشيرا إلى أن الخيل تنقسم من حيث الحجم وطبيعة الاستعمال إلى خيل جر، وخيل حمل ، وخيل ركوب .

تطرق المؤلف إلى أن إنتاج الخيل أساساً للعمل ، حيث تقاس وحدة عمل الخيل بقدرة الحصان في الساعة وهي تساوي ٦٤١,٥ كيلو كالوري (٢٧٣٩٢٤ كجم/م/ث)، كذلك تكتسب أهمية إنتاج الخيل لزيادة تعدادها وإنتاجها للبن واللحوم ، وأشار المؤلف إلى أن خيل العالم بتعدادها العالي، تتمركز عند الشعوب الفقيرة ذات التعداد البشري العالي، والتضاريس الجغرافية الصعبة، لأن الخيل أقدر على العمل في مثل هذه الظروف .

واختتم المؤلف هذا الفصل بذكر مكونات لبن الأفراس كيميائيا وفوائده ومقارنته بمكونات لبن الحيوانات الأخرى .

خصص المؤلف **الفصل الرابع** لتركيب جسم الخيل، وأوضح الشكل الخارجي بالتفصيل ، وذكر أنه يمكن استخدام مقاييس الشكل الخارجي للتنبؤ بوزن جسم الحصان، حيث يمكن تقدير الوزن بمعلومية محيط الصدر. ثم تحدث عن هيكله العظمي ومكوناته ، وأوضح دور الأسنان في تحديد العمر، ثم استعرض أجزاء حافر الحصان، الذي عرفه بأنه هو نهاية أصبعه التي تلامس الأرض .

ثم تطرق المؤلف إلى الأعضاء الداخلية، وقدم شرحاً عن الجهاز الليمفاوي والجهاز الهضمي والجهاز التناسلي ومكوناتهم ، مرفقاً الأشكال اللازمة لتوضيح ذلك .

اختم **الفصل الرابع** بالتطرق الى عادات الخيل السيئة، كالرفس وعض الأشياء الصلبة، موضحاً أنها رد فعل عكسي عند اضطرابها أو انزعاجها أو ألمها أو خوفها، منبهاً إلى الأخطار الناتجة من مجاورة الخيل، والمحاذير المهمة التي يجب مراعاتها عند الاقتراب منها .

تناول **الفصل الخامس** أدوات ومساكن الخيل ، موضحاً تباينها حسب الهدف منها ، فهناك أدوات النظافة ، وأدوات القيادة،

وأدوات كبح الجماح عند العرض أو التحصين أو الرعي، وأدوات التدريب والجر، وأدوات التغذية ، وأخرى للكشف والعلاج. وقدم تفصيلا لكل الأدوات مدعماً ذلك بالصور والأشكال.

وعن مساكن الخيل أوضح المؤلف أنه لايلزمها سوى مظلة مفتوحة الجوانب في المراعي أو أكواخ . ولكن في المدن يتم تسكينها في اسطبلات أرضياتها رمل أو خشب أو إسفلت أو فلين أو تربة . ويعمل حساب ميول في الأرض للتخلص من المخلفات ، كذلك تزود الإسطبلات بحجرات للعزل ، وأخرى للعلف، وثالثه لعدة الخيل .

تناول **الفصل السادس** التغذية، موضحاً أن الماء يعد متطلب هام للبلع والهضم والأيض ، وأن الكميات اللازمة منه تتفاوت حسب محتوى العلف من الماء وطبيعة الحصان، مشيراً إلى أنه قد يحدث نقص الماء في الخيل لعدم كفاية الماء المعروض، كسبب أولي أو لفقد شديد للماء في العرق أو الروث عند الإصابة بالإسهال. ثم تطرق للتغذية وأشار إلى أن الخيل تعتبر الأقل تحملا للجوع من الحيوانات الأخرى ، ولسد احتياجاتها يجب توفير الأعلاف بأنواعها والمسطحات الخضراء ، لتقديمها كعلائق لتغذية الخيل، مذكراً بمراعاة تصنيف الحيوان من حيث الوزن والعمل والحالة الفسيولوجية (حمل، حمل متأخر، رضاعة، ، وغيرها) عند حساب العلائق ونسبة مكوناتها ، موضحاً ضرورة التغذية على وجبات صغيرة بمقدار (٣-٤ وجبات يومياً) في أوقات ثابتة ، لتجنب الاضطراب المعوي، مع الانتباه إلى مراقبة وسلامة الأعلاف المستخدمة ، ومقاييسها الغذائية، من كربوهيدرات، وبروتينات، ومعادن، وفيتامينات ، وكذلك التدرج في تغيير العليقة ببطء وتوفير الماء باستمرار .

كذلك ينبغي مراعاة الاحتياجات الغذائية بناءاً على إنتاج الخيل ودوره، فمثلاً خيل السباق لايكفيها المرعى وحده كمصدر للطاقة، لذا فإن إضافة الدهن بحدود إلى العليقة، بالإضافة للحبوب الغنية بالنشا ، يغطى احتياجاتها من الطاقة، كما لاينصح بزيادة استهلاك البروتين لعليقتها، لأن ذلك يزيد من الاحتياج لماء الشرب، وهذا مدمر للخيل التي تجاهد للحفاظ على رطوبة مناسبة .

تطرق الفصل كذلك إلى تغذية الأفراس، ووصف اهتمام المربين بها غذائيا أيما اهتمام ، للمحافظة على أدائها التناسلي في إنتاج الأمهار ، موضحاً أن الافراس في شهور الحمل الأولى ، لاتتطلب زيادة الاستهلاك وإنما زيادة المغذيات المختلفة ، أما عند الولادة فتزداد الاحتياجات الغذائية من البروتين والطاقة للتغلب على الضغوط الناشئة عقب الولادة .

كما تناول الفصل تغذية الأمهار والخيل المسنة ذاكراً أن نمو الأمهار يعتمد على ما يقدم لها من مغذيات، حيث يجب أن يقدم لها غذاء متكامل يناسب احتياجاتها . أما الخيل المسنة فتتطلب احتياجات غذائية خاصة، سهلة البلع، لتلف أسنانها وفقد حساسية شفاهها .

اختتم المؤلف الفصل بالتطرق إلى التغذية الطبية وأكد أنه يلجأ إليها عند نشوء مشاكل للخيل ، ثم أوضح استخدام النباتات الطبية ودورها ، وإضافة الفيتامينات والمعادن وفوائدها ، حيث تم إلحاق الكثير من الجداول التي تبين المقادير والاحتياجات اللازمة .

خصص المؤلف **الفصل السابع** لتناسل الخيل ، وأوضح أن الخيل قد تعمر الى ٥٠ سنة، وهي أعلى بالمقارنة مع الجمال والماشية، أما سن التناسل فتتراوح بين ٣-٢٠سنة، وأن مدة الحمل تتراوح بين ٣٣٠-٣٤٠يوماً ، لتضع مهراً واحداً في كل ولادة . مشيراً إلى أن الشياع يحدث للأفراس بوضوح في الربيع، ويتكرر كل ٣ أسابيع فتبدو فيه مضطربة ، غير مطيعة ، وتفقد شهيتها للأكل ، وتصهل لغيرها من الخيل. وفي العادة يتم تلقيح الإناث بين عمر ٣ سنوات بمعدل ٣ مرات لكل دورة شياع، أو بعد الولادة، أشار الكاتب إلى أن الفحل الواحد يمكن أن يلقح حتى ٦٠ فرساً، ويتم التلقيح مرة واحدة يومياً حتى لايجهد الفحل. ويمكن اختبار الحمل في الأفراس ، بعد التلقيح بمدة ١٤-١٦ أسبوعاً، وذلك بإجراء الفحوصات الطبية والكيميائية والبيولوجية بواسطة خبير مختص وبدون خطر على الجنين .

اختتم المؤلف هذا الفصل بموضوع العقم في الخيل، مشيراً إلى أنه ينتشر في بعض الخيل، وقد يعالج في ظرف ٢-٣ أسابيع ، موضحاً أن مشكلة عقم الخيل تكمن في معرفة سبب العقم وإمكانية تشخيصه ، وفي إجراءات العلاج .

استعرض المؤلف في **الفصل الثامن** والأخير أمراض الخيل الشائعة ، وأشار إلى أنها قد تنشأ عن طريق عملية التغذية ، بسبب تلوث الماء والغذاء أو نقص القيمة الغذائية، سواءاً بشكل طبيعي أو بسبب الإنسان وأنشطته . ثم استرسل المؤلف في أضرار مياه الشرب، موضحاً أن نقص المياه أو عدم صلاحيتها يكون سبباً رئيسياً للعديد من الأمراض، كالأمراض البكتيرية، والفشل الكلوي، مضيفا أن التغذية الخطأ قد تؤدي إلى تأثيرات متباينة خاصة عند الإعداد الخاطىء للعلائق المقدمة أو اختلال المغذيات الكبرى مثل (البروتين أو الدهون) أو الصغرى مثل (الفيتامينات والأملاح المعدنية) . منبهاً على أهمية الاهتمام بجودة العلف وطريقة التخزين والمحافظة عليه من الملوثات .

استعرض الباب كذلك أمراض التغذية منها المغص، وأمراض سوء التغذية، كتشوه العظام، والتهاب الحافر، وأمراض التلوث والتسمم ، موضحاً أعراض كل مرض وكيفية مقاومته .

ثم تحدث عن أهم أمراض الخيل ذاكراً منها مرض الإثين المبكر – أعراضه عرق غزير وبول غامق– ومرض الذباب ، والرقاد، والقمل ، والأمراض التنفسية والأمراض الفيروسية والأمراض الجلدية وغيرها .

من جانب آخر شرح المؤلف طبيعة بعض الأمراض المشتركة بين الخيل والإنسان، مثل مرض السقاوة، وطاعون الخيل، والجمرة الخبيثة والجرب وغيرها .

اختتم هذا الباب بعلاج أمراض الخيل، التي أنشئت من أجلها المستشفيات البيطرية الحكومية والخيرية ، والتي من خلالها تتم الرعاية الخاصة والعناية الفائقة ، حتى يعود الخيل كريماً عزيزاً صحيحاً معافى .

وأخيرا ألحق المؤلف قاموساً يفسر بعض المصطلحات الأجنبية المستخدمة في تربية الخيل، بالإضافة الى المراجع العربية والأجنبية .

يلاحظ على الكتاب تكرار بعض المواضيع في أكثر من مناسبة، لكن في الحقيقة يمثل هذا الكتاب مرجعاً ومنهجا للمهتمين والقائمين على تربية الخيل في المزارع والإسطبلات .

كتب صدرت حديثا



مقدمة في علم الوراثة

صدرت الطبعة الثانية من هذا الكتاب عام ٢٠٠٥م عن دار الشرق للنشر والتوزيع بالأردن، وهو من تأليف **أ. عائدة وصفي عبد الهادي**.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٣٢٠ صفحة من القطع المتوسط، تشمل سبعة فصول، وأسئلة وأجوبة لكل فصل، وأشكال وجداول توضيحية، ومسرد المصطلحات، والمراجع.

تناولت فصول الكتاب المواضيع التالية: مدخل إلى علم الوراثة، والانقسامان المتساوي والمنصف، والوراثة المندلية، والوراثة المتدلية في الإنسان، والارتباط، والأساس الجزيئي للوراثة المندلية في الإنسان، والارتباط، والأساس الجزيئي للوراثة، والطفرة.

خصائص وتقانة الأخشاب

صدر هذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ/ ٢٠٠٥م، عن دار عالم الكتب بالرياض في المملكة العربية السعودية، وهو من تأليف **د. تاج الدين حسين نصرون**.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٣٠٤ صفحات من القطع المتوسط، تتناول موضوعاته من خلال تسعة فصول، وأشكال وجداول توضيحية ومراجع عربية وأجنبية، وكشاف الموضوعات ومما يلي:



التركيب التشريحي للأخشاب، والتركيب الكيميائي للأخشاب، والخصائص الفيزيائية للأخشاب، والخصائص الميكانيكية للأخشاب، وطرق قطع الأخشاب وتداولها، ونشر وتشغيل (إعداد) الأخشاب، ووقاية الأخشاب، ومجالات استخدام الخشب الخام، والمنتجات المصنعة من الأخشاب.

تقنية المجاهر الضوئية والإلكترونية

صدرت الطبعة الأولى لهذا الكتاب عام ١٤٢٦هـ/ ٢٠٠٥م عن مكتبة العبيكان، وهو من تأليف ثلاثة أساتذة من جامعة القصيم هم: **د. عثمان عبدالرحمن الصقير، و د. أشرف عبدالرحمن محمد، و د. كامل محمود الموجي**.

يضم الكتاب ٢١٨ صفحة من القطع المتوسط إضافة إلى صور وأشكال وجداول توضيحية لمواضيع الكتاب بالإضافة إلى بابين، وملاحق، ومراجع عربية وإنجليزية.

يتناول الباب الأول من الكتاب المجاهر الضوئية، وتقنية المجهر الضوئي. أما الباب الثاني فيتناول المجاهر الإلكترونية بنوعيها المجهر الإلكتروني النافذ والمجهر الإلكتروني الماسح.

مصطلحات علمية

الصوت الشعبي
Bronchial sound
الصوت الناتج عن دخول الهواء إلى الشعيبات الرئوية.

القشف **Chaping**
شقوق أو شروخ في طبقة الجلد تمتد إلى النسيج تحت الجلدي.

الحمى المستمرة
Continuos fever
حمى تستمر لأكثر من أسبوعين، وهي من الصفات المميزة للأمراض التي تنتقل بالقراد والإلتهاب الرئوي القصبي.

القشور **Crusts**
طبقة تغطي طبقة معينة من الجلد، وهي عبارة عن مزيج من خلايا الطبقة الجلدية السطحية الميتة إضافة إلى الرواشح الالتهابية المفرزة.

التقشر **Dandruffs**
انسلاخ الطبقة الجلدية (كامل البشرة) عن الطبقات التي تحتها.

مرحلة التناقص
Decrement phase
مرحلة الانخفاض التدريجي لدرجة حرارة الجسم بعد التعرق.

التآكلات **Erosions**
تلف الطبقات السطحية من الجلد (البشرة).

المرحلة القصوى
Fastigium phase
مرحلة تبقى فيها درجة حرارة الجسم العالية ثابتة، ولكن تتوقف الرجفة.

مرحلة التزايد
Increment phase
مرحلة ترتفع فيها درجة حرارة الجسم الداخلية، حيث تكون شعيرات الجلد الدموية ضيقة، مما يعطي الحصان الشعور بالبرودة والرجفة.

الحمى المتقطعة
Intermittent fever
نوبات قصيرة من الحمى تستمر لمدة يوم أو يومين، يعقبها فترات تكون فيها درجات الحرارة طبيعية، ثم تعود ثانية إلى الارتفاع ثم الانخفاض إلى المستوى الطبيعي، وهكذا.

الحكة (الهرش)
Itchiness (pruritis)
حالة مرضية تظهر سريرياً على الخيل بالرغبة في حك الجلد بمختلف الأدوات الموجودة في الإسطبل، كالجدران والمعلف وغيرهما أو عض الجلد بالأسنان، وقد تصل أحياناً إلى تمزيق الجلد في مكان الحكة مسببة جروح جلدية شديدة.

اليرقان الإنسدادي
Obstructive jaundice
يرقان ناتج عن إنسداد القنوات المرارية بالحصوات أو الطفيليات أو الأورام، أو التهاب وإنسداد القنوات المرارية العامة.

البثرات **pustules**
فقاعات تحتوي على سائل صديدي يكسبها اللون الأصفر.

الحمى الراجعة
Recurrent fever
حمى متقطعة ترتفع فيها درجة الحرارة أو تنخفض إلى المستوى الطبيعي لفترة أطول نسبياً، حيث تتراوح النوبة الواحدة ما بين ٣–٤ أيام.

الحمى المترددة
Remittent fever
حمى ترتفع أو تنخفض خلالها درجة حرارة الجسم بأكثر من درجة مئوية واحدة في فترات قصيرة وغير منتظمة.

الندب **Scars**
نمو النسيج الضام الليفي على الجلد ـ عادة ـ لتعويض النسيج المفقود في موضع الإصابات الجلدية الشديدة العميقة المصحوبة بتلف طبقة الأدمة الجلدية.

الحمى البسيطة
Simple fever
حمى ترتفع فيها درجة حرارة الجسم وتستمر مرتفعة لعدة أيام(٣–٧ أيام) مع التذبذب الطفيف في هذا الارتفاع، والذي يقدر بأقل من درجة مئوية واحدة، ثم تعود درجة الحرارة للإنخفاض إلى مستواها الطبيعي خلال أسبوع.

اليرقان التسممي
Toxic jaundice
يرقان ناتج عن تلف الكبد، ويظهر في الخيل بسبب وجود مرض أو إصابة مصحوبة بإلتهاب في نسيج الكبد نفسه.

القرح **Ulcer**
تلف نسيجي شديد في منطقة محدودة، وغالباً تكون حافتها مرتفعة قليلاً عن سطح الجلد أما القاع فيكون منخفضاً أملس أو خشن.

الحمى المتموجة
Undulant fever
فترات زمنية طويلة وغير منتظمة لحرارة مرتفعة جداً، تتناوب مع فترات زمنية مشابهة لحمى أقل قليلاً عن سابقتها.

النفطات **Wheals**
تورم موضعي في الجلد سببه الاحتقان مع الارتشاح، مثل ما نراه في حالات الحساسية(الارتيكاريا).

الثؤلول **Wrats**
أورام قرنية فيروسية تتكون من النسيج الطلائي، وتشاهد أحياناً على الجلد بمنطقة الرأس والرقبة.

المصدر:–
ـ مرزوق العكنة وآخرون/١٤٢٣هـ/طب وتناسل الخيل/ مطبعة دار الباحث.

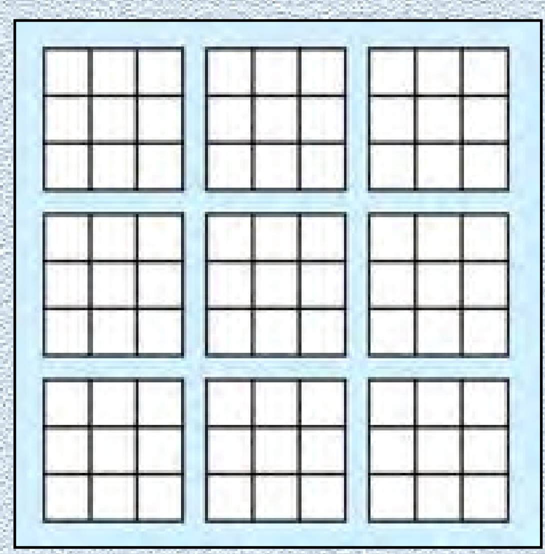


مساحة للتفكير

مسابقة العدد

المربعات والخلايا

يوجد لدينا تسعة مربعات مرتبة في ثلاثة صفوف. كل مربع يحتوي على تسع خلايا مرتبة أيضاً في ثلاثة صفوف، كما في الشكل المرفق.



يتمثل السؤال فيما يلي: ما هي الطريقة التي يمكن بواسطتها وضع الأرقام (١– ٩) في كل خلية بحيث لا يتكرر الرقم في خلايا المربع الواحد ولا في أي من خلايا الصفوف الرأسية أو الأفقية؟

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «**المربعات والخلايا**» فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً ويرفق به اسم وعنوان البنك ورقم الحساب إذا أمكن.

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد السابق

كم في المحفظة

قراءنا الأعزاء

يمكن حل هذه المسابقة ببساطة تامة بطريقة رياضية بحتة وهي كالتالي:-

نفرض أن مامع أحمد = أ ريال

نفرض أن مامع أحمد = ع ريال

نفرض أن مافي المحفظة = م ريال

من المعطى الأول

أ+م = ٢ أ

∴ م = أ .... ①

من المعطى الثاني

ع + م = ٣ ع

∴ م =٢ ع .... ②

∴ أ = ٢ ع .... ③

من المعطي الثالث

أ+ع = ٦٠

∴ أ = ٦٠ – ع

بالتعويض من ٣

٢ ع = ٦٠ – ع

٣ ع = ٦٠

∴ ع = ٦٠ ÷ ٣٠ = ٢٠ ريال

وهو المبلغ الموجود مع علي

ولكن أ = ٢ ع

∴ أ = ٢× ٢٠ = ٤٠ ريال

وهو المبلغ الموجود مع أحمد

بالتعويض في① أو ②

م = أ

∴ م = ٤٠ ريال

أو م = ٢ ع = ٢×٢٠ = ٤٠ ريال

وهو المبلغ الموجود في المحفظة

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السابق** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وبعد إجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :

١ـ محمد الإمام محمد عبدالقادر ص.ب ١٢٥٣١ الرياض ١١٤٨٣

٢ـ سناء أمين مصطفى الأردن ص.ب ٤٥١٢ عمان ١١١٣١

٣ـ الفاضل أحمد علي ص.ب ١٢٥٣١ الرياض ١١٤٨٣

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء



إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

تتمثل الفكرة الأساسية للمصاعد ببساطة تامة في مقصورة أو حجرة صغيرة، ونظام رفع متصل بها، فمثلاً لو ربطت صندوقاً بحبل لحصلت على مصعد بصورته الأساسية، ولكن المصاعد الحديثة سواءً المخصص منها للركاب أو لرفع الأشياء تكون أكثر تطوراً وإتقان. تحتاج هذه المصاعد إلى نظام آلي متطور يتحمل الوزن الحقيقي للعربة وحمولتها، كما يحتاج إلى نظام تحكم جيد يمكن المستخدم من تشغيله بسهولة تامة، وأجهزة أمان تجعل كل شيء يسير على ما يرام.

تصنف المصاعد بشكل عام إلي نوعين رئيسيين، هما:

المصاعد الهيدروليكية

يطلق على هذا النوع من المصاعد إسم المصاعد الهيدروليكية لأن القوة التي ترفعه هي قوة حركة الماء (Hydraulic)، ويتكون جهاز تحريك المصاعد الهيدروليكية من إسطوانة، ونظام ضخ السائل، ويستخدم عادة فيه الزيت، كما يمكن إستخدام أي سائل آخر غير قابل للإنضغاط. يتكون نظام ضخ السائل من ثلاثة أجزاء هي : المستودع لخزن السائل، والمضخة التي تعمل بالكهرباء، والمحبس بين المستودع والإسطوانة، شكل (١).

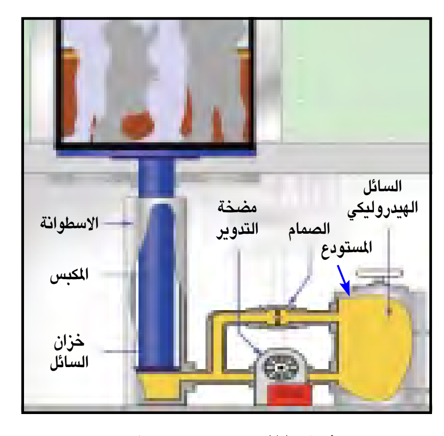
● آلية العمل

تدفع المضخة السائل من المستودع عبر الأنابيب الموصلة إلى الإسطوانة، وحينما يكون الصمام مفتوحاً فإن السائل المضغوط سيتوجه إلى المنطقة ذات المقاومة الأقل، وبالتالي يعود إلى المستودع. ولكن عندما يكون الصمام مقفلاً فإن السائل المضغوط لن يجد أمامه طريقاً إلا أن يتجه إلى الإسطوانة. وحينما يتجمع السائل في الإسطوانة فإنه يضغط على المكبس فيؤدي ذلك إلى دفع عربة المصعد إلى الأعلى. وعندما تصل العربة إلى الدور المطلوب فإن جهاز التحكم يرسل إشارة إلى المحرك الكهربائي لإقفال المضخة تدريجياً، وعندما تتوقف المضخة يتوقف ضخ السائل إلى الإسطوانة. ونظراً لأن السائل الموجود في الإسطوانة سيبقى فيها ولن يتسرب خارجها، فإن المكبس سيستقر على سطحه وتبقى العربة حيث كانت. ولإنزال العربة يرسل جهاز التحكم بالمصعد إشارة إلى الصمام - يتم تشغيله بواسطة مغناطيس كهربائي - فيفتح الصمام ليتدفق السائل تحت ضغط العربة وحمولتها إلى المستودع تدريجياً فتتحرك العربة إلى الأسفل. ولإيقاف العربة عند الدور السفلي يقوم جهاز التحكم بقفل الصمام مرة أخرى.

● المزايا والعيوب

من المزايا الرئيسية لهذا النوع من المصاعد أنه يمكن بسهولة زيادة عدد المضخات الضعيفة نسبياً للحصول على قوة الدفع اللازمة لرفع المصعد للبنايات الشاهقة.

أما عيوبه فإنه يعاني من مشكلتين رئيسيتين، هما:



● شكل (١) مصعد هيدروليكي.

* **حجم التجهيزات**، حيث يحتاج المصعد لكي يصل إلى الأدوار العليا من البنايات العالية إلى تزويده بمكبس طويل، وهذا بلا شك يتطلب أن تكون الإسطوانة أطول قليلاً من المكبس، وأن تكون مدفونة تحت أدنى نقطة يتوقف عندها المصعد، ويعني هذا أن الإسطوانة ستنزل في داخل الأرض بما يساوي إرتفاع المبنى تقريباً، وهذا مكلف جداً.

* **ضعف الكفاءة**، وتتمثل في أن رفع المصعد لعدة طوابق يحتاج إلى طاقة كبيرة، كما أن هذه الطاقة لا يمكن حفظها والإستفادة منها مرة أخرى، حيث تعمل طاقة الوضع في إعادة السائل فقط إلى مستودع التخزين، وعند الحاجة إلى رفع المصعد مرة أخرى فإن النظام يحتاج إلى طاقة جديدة.

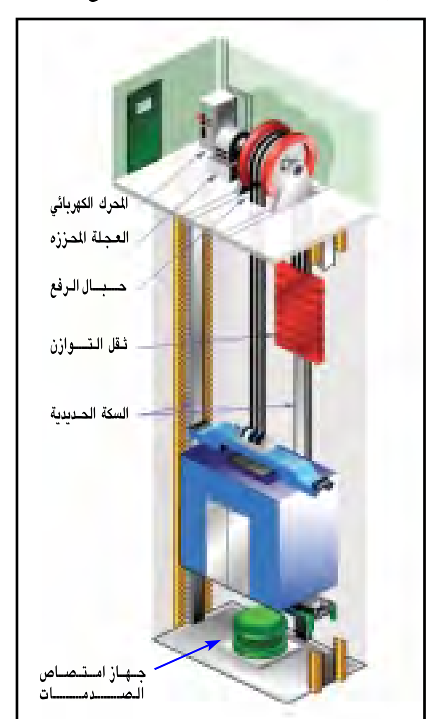
المصعد المجرور

يعد المصعد المجرور (Roped elevator) بواسطة حبل متين من المعدن شائع الإستخدام عالمياً. يتم في هذا النوع رفع وتنزيل المصعد بواسطة حبال سحب معدنية بدلاً من الدفع من أسفل المصعد. تتصل الحبال بعربة المصعد، فتمر تلك الحبال في حزوز على سطح بكرة كبيرة تمسك الحبل المعدني وتديره عند دورانها، أما البكرة فتتصل بمحرك كهربائي إما مباشرة أو بواسطة عدة تروس. عندما يدور هذا المحرك في أحد الإتجاهين فإن العجلة ترفع عربة المصعد، أما عندما تدور في الإتجاه المعاكس فإنها تنزلها. توجد البكرة والمحرك عادة في حجرة خاصة في أعلى ممر المصعد.

تتصل الحبال المصنوعة من الفولاذ التي ترفع العربة بثقل للتوازن (Counterweight) يتدلى في الجانب الآخر من ممر المصعد. يزن هذا الثقل حوالي ٤٠٪ من حمولة المصعد، أي عندما تحمل العربة ٤٠٪ من طاقتها فإن وزن ثقل التوازن ووزن العربة يكونان متساويين تماماً، شكل (٢).

يهدف هذا التوازن إلى حفظ الطاقة، حيث أن تساوي الوزن على جانبي العجلة يجعل المصعد لا يحتاج إلا إلى قوة صغيرة لتحريكه صعوداً ونزولاً، وبذلك تصبح الحاجة للمحرك التغلب فقط على قوة الإحتكاك، أما بقية الشغل فيتكفل بها ثقل التوازن. فعندما يكون ثقل التوازن مرتفعاً والعربة في الأسفل فإنه يكتسب طاقة وضع تساعد على دفعه إلى الأسفل في حالة النزول، والعكس صحيح حينما تكون العربة في الأعلى والثقل في الأسفل فإنها تكتسب طاقة وضع تساعد على دفعها نحو الأسفل في حالة النزول. ولذا يمكن تشبيه النظام كله بارجوحة الأطفال.

تتحرك كل من العربة والثقل في مسارات مثبتة على طول جانبي ممر المصعد تمنعها من التأرجح إلى الأمام وإلى الخلف، كما أنها تعمل مع أنظمة السلامة لإيقاف العربة في حالة الطوارئ.



● شكل (٢) مصعد الجر (السحب).

تعد المصاعد المعلقة أكثر استخداماً وأكثر كفاءةً ، بالإضافة إلى أنها أكثر أماناً من المصاعد الهيدروليكية.

●حركة المصعد

تتحكم الحاسبات الآلية في حركة كثير من المصاعد الحديثة. يتمثل عمل الحاسب الآلي بمعالجة جميع الأوامر التي تطلب من المصعد، وبالتالي إدارة المحرك بالقدر المناسب لوضع عربة المصعد في المكان المحدد، ولكي يقوم المصعد بتنفيذ الأوامر كما ينبغي عليه معرفة ثلاثة أشياء هي:

* **مكان الذهاب**، وهذا من السهل معرفته لأن المفاتيح داخل العربة وفي كل دور متصلة مباشرة في الحاسب الآلي، وعند ضغط أي منها فإن الحاسب يسجل هذا الطلب.

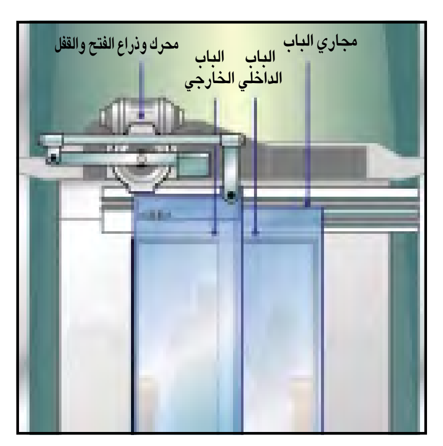
* **موقع الدور من البناية**، وهذا يمكن تحديده بعدة طرق، ولكن النظام الشائع استخدامه في معظم المصاعد يتمثل في الحساسات الضوئية أو المغناطيسية على جانبي العربة. هذه الحساسات تقرأ سلسلة من الثقوب على شريط يمتد بارتفاع برج المصعد.

* **مكان عربة المصعد**، ويمكن معرفته بواسطة الحاسب الذي يستطيع عن طريق عد الثقوب في البرج، فيغير الحاسب سرعة المحرك، وبالتالي تقل سرعة العربة تدريجياً حينما تصل إلى الدور المطلوب، وهذا يجعل التوقف لطيفاً ومريحاً بالنسبة للركاب.

● أبواب المصعد

توجد الأبواب الآلية في المحلات التجارية بشكل عام لراحة الزبائن وتسهيل مهتهم، إضافة إلى أنها وسيلة مساعدة للمعاقين، ولكن يختلف الغرض من وجودها في المصاعد، فهي ضرورية جداً لحماية الركاب من السقوط في برج المصعد.

تستخدم المصاعد مجموعتين من الأبواب، إحداهما توجد على العربة نفسها، والأخرى في كل دور حيث تفتح على برج المصعد مباشرة. يتم التحكم بالأبواب الموجودة على العربة بواسطة محرك كهربائي يتصل بالحاسب الآلي. يدير المحرك الكهربائي عجلة تتصل بذراع معدني طويل يتصل بذراع آخر يتصل مباشرة بباب عربة المصعد. تنزلق هذه الأبواب إلى الأمام وإلى الخلف على سكة معدنية، شكل (٣).



● شكل (٣) آلية فتح الأبواب.

عندما يدير المحرك الكهربائي العجلة فإنه يدير الذراع المعدنية الأولى، والتي بدورها تسحب الذراع المعدنية الثانية مع الباب المتصل بها إلى الشمال. ويصنع الباب من ضلفتين تتداخلا في بعضهما البعض عندما يفتح الباب، وتمتدان عندما يقفل الباب.

يدير الحاسب الآلي المحرك الكهربائي لفتح الأبواب عندما تصل العربة إلى الدور ويقفلها قبل أن تبدأ العربة بالحركة مرة أخرى. تزود كثير من المصاعد بحساسات تمنع قفل الأبواب حينما يكون هناك شخص بينهما.

يوجد في كل عربة لسان يفتح الأبواب الخارجية في كل دور يتوقف عنده، وهذا يعني أن الأبواب الخارجية تفتح فقط عندما توجد عربة في ذلك الدور، وهذا يحمي الأبواب الخارجية من أن تكون مفتوحة مباشرة على برج المصعد.

● أنظمة التحكم

تتمثل أنظمة التحكم في المصاعد القديمة في تجنب عكس إتجاهها، أي بمعنى أن المصعد سيواصل سيره في نفس الإتجاه صعوداً أو نزولاً حتى يلبي طلب

آخر راكب في نفس الإتجاه ، ثم بعد ذلك يقوم بعكس إتجاه الحركة، ويحقق هذا النظام رغبة كل شخص بكفاءة عالية بحيث يأخذه إلى حيث يريد بأسرع وقت ممكن.

وفي الأنواع المتقدمة فإنها تأخذ في حسابها كثافة حركة المرور ، حيث تعرف أكثر الأدوار طلباً وفي أي وقت من اليوم ، وبذلك فإنها توجه المصاعد على هذا الأساس . أما في نظام المصاعد المتعددة في الموقع الواحد فإن النظام سيوجه عربة واحدة بناءً على موقع العربات الأخرى.

أما في المصاعد الحديثة جداً فإن أماكن إنتظار المصعد تشبه محطة القطار، فبدلاً من قيام الراكب بضغط زر الصعود أو النزول وإنتظار أي عربة تأتي إليه لنقله فإن النظام الحديث يمكنه من إدخال رقم الدور الذي يريده، و بناءً على موقع العربات ووجهتها فإن الحاسب يقوم بتوجيه أقرب عربة ستأخذه إلى حيث يريد في أسرع وقت ممكن، وتعريفه بذلك.

تجهز معظم الأنظمة بحساسات تقيس الحمولة في أرض العربة، بحيث إذا زادت عن الوزن المحدد فإن هذا الحساس يشعر النظام بذلك فيقوم بتوجيه الأوامر بعدم تحرك المصعد وعدم قفل الأبواب وإعطاء إشارة تحذيرية بذلك، ولن يتحرك المصعد حتى ينزل بعض الركاب وتصبح الحمولة في حدود سعة المصعد.

● وسائل السلامة

يوجد العديد من وسائل السلامة التي تحافظ بإذن الله على سلامة مستخدمي المصاعد المعلقة، (المصاعد المجرورة)، منها:

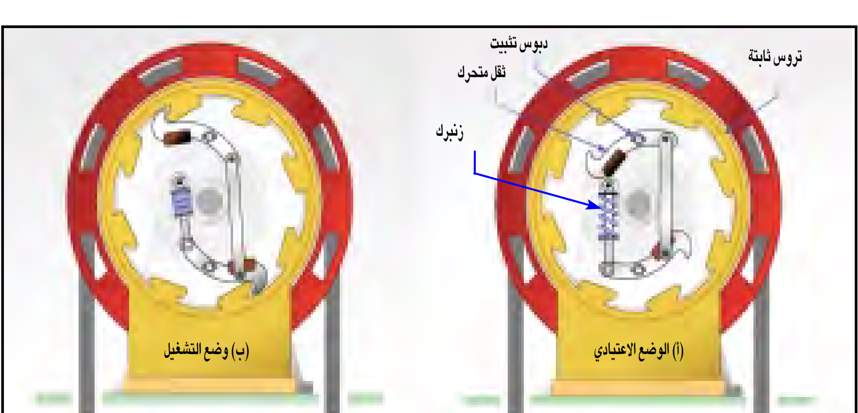
***حبال التعليق**، وتعد خط السلامة الأول، وتصنع من ألياف فولاذية ملفوفة على بعضها البعض.ورغم أن هذا التركيب القوي يمكن لحبل واحد أن يحمل العربة وحمولتها. إلا أن المصعد مجهز بعدد من الحبال الفولاذية تتراوح ما بين ٤إلى ٨، ولذا فإنه في حالة إنقطاع أحدها فإن البقية تحمل المصعد.

***المكابح**، وهي أحد أجهزة السلامة الهامة، وتتمثل وظيفتها في القبض على السكك الحديدية التي يسير عليها المصعد، ويتم تشغيلها بواسطة ضابط آلي (governor) ينشط عندما تسير العربة بسرعة عالية.

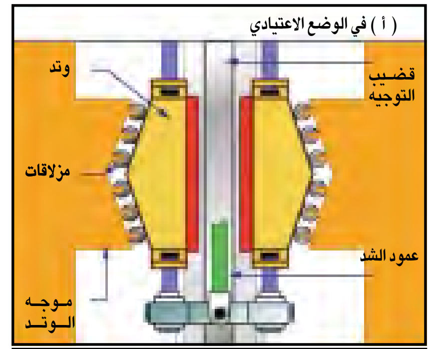
يتكون الضابط الآلي من عجلة في أعلى برج المصعد وعجلة في أسفله يلتف حولهما حبل فولاذي يتصل طرفاه في عربة المصعد، وبالتالي فإنه يتحرك معها إلى الأعلى وإلى الأسفل، فإذا تحركت العربة بسرعة فإن العجلة تدور معها بسرعة.

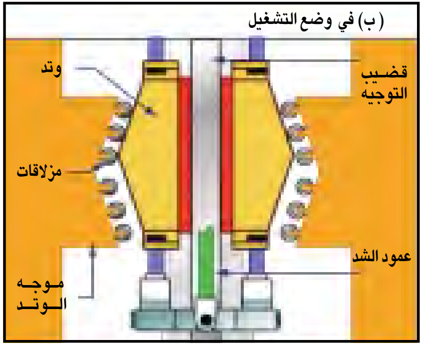
تزود العجلة في أعلى البرج بخطافين ذوي ثقل في أطرافهما (ثقل متحرك)، وتتحرك العجلة حول دبوس تثبيت. تثبت هذه الخطافات بطريقة تسمح بالحركة إلى الأمام وإلى الخلف بحرية تامة، ولكنها في معظم الأوقات تبقى مشدودة في وضع معين بواسطة زنبرك، شكل (٤أ).

عندما يتحرك المصعد بسرعة عالية فإن قوة الطرد المركزي تتغلب على قوة شد الزنبرك فتنطلق الخطافات إلى الخارج، تتعشق مع الحافة الداخلية المسننة للعجلة فتوقفها عن الدوران ، شكل (٤ب). فيؤدي هذا إلى شد الأجسام الإسفينية على جانبي



● شكل (٤)آلية التحكم في كوابح السلامة.





● شكل (٥) آلية عمل كوابح السلامة.

القضبان الحديدية التي تتحرك عليها العربة ، فتضغط عليها فتتوقف العربة عن الحركة، مما يمنعها من السقوط إلى الأسفل، شكل (٥).

* **الكوابح الكهرومغناطيسية**، تعمل عندما تقترب العربة من التوقف. وعادة يبقى المغناطيس الكهربائي الكوابح مفتوحة بدلاً من قفلها، ولكن هذه الكوابح تلتصق آلياً عندما ينقطع التيار الكهربائي.

* **جهاز امتصاص الصدمات**، ويعد الخط الأخير في وسائل السلامة في المصعد، فعندما تفشل جميع وسائل السلامة السابقة في إيقاف سقوط عربة المصعد إلي الأسفل فإنه يوجد في قاع برج المصعد مكبس مثبت في اسطوانة مملؤة بالزيت تعمل كوسادة ضخمة تلطف من عملية هبوط عربة المصعد على قاع البرج، مما يساعد في إنقاذ حياة الركاب.

أصبحت المصاعد في وقت قياسي آلات أساسية، وطالما إستمر الناس في بناء العمارات الشاهقة، وكثير من البنايات الصغيرة المتاحة للمعاقين فإن المصاعد ستصبح أدوات هامة وضرورية في المجتمع. إنها بحق من أعظم الآلات أهمية في عصرنا الحديث.

المصدر :

http://www.howstuffworks.com/elevator1,2,3,4,5.htm



من أجل فلذات أكبادنا

تدعيم وتقوية الهياكل

تصنع هياكل السيارات والشاحنات والسفن من شرائح فولاذية عن طريق لحمها مع بعضها البعض، ولكن الفولاذ ثقيل جداً ولذا يصنع على شكل صفائح رقيقة جداً، ومع أن هذه الصفائح يمكن ثنيها باليد بسهولة إلا أنها لا تنثني عند الركوب على السيارة، أو عند وضع الحمولة على الشاحنات والسفن، فما السر في ذلك؟ يتمثل ذلك السر في وجود الدعامات التي تزود بها الهياكل.

تقوي الدعامات هياكل السيارات والشاحنات والسفن فتجعلها أقوى وأكثر تحمل. توجد تلك الدعامات على عدة أشكال منها ثني الصفائح الفولاذية في أشكال معينة، أو بلحم قطع إضافية من الفولاذ إليها.

يسعدنا في العدد أن نقدم لفلذات أكبادنا تجربة مبسطة توضح أثر الدعامات في تقوية الهياكل.

الأدوات

ثلاث شرائح من الورق المقوى مقاس كل منها (١٠×٢٠سم)، شريحتان من الورق المقوى (٥×١٠سم)، كتابان سمك كل منهما حوالي ٤سم، قطع عملة معدنية لها نفس الوزن، مسطرة، سكين، غراء.

خطوات العمل

١- ضع الكتابين على طاولة بجانب بعضهما البعض، بينهما مسافة مقدارها ١٠سم، ثم اعمل بينهما جسر باستخدام إحدى شرائح الورق المقوى الكبيرة شكل (١)، ثم ضع عليها القطع المعدنية واحدة بعد الأخرى إلى أن تنحني إلى الأسفل وتلامس تقريباً سطح الطاولة، ثم سجل عدد القطع النقدية اللازمة لذلك.

٢- مستخدماً السكين اعمل حزوز مستقيمة بطول الشريحة الكبيرة الثانية تفصل بينها مسافة ١سم تقريباً، ثم اطوها على شكل حرف (V)، ثم ضعها كجسر فوق الكتابين، ثم ضع عليها القطع المعدنية واحدة بعد أخرى إلى أن تنحني إلى الأسفل وتلامس سطح الطاولة تقريباً، ثم سجل عدد القطع اللازمة لذلك، شكل (٢).

٣- إثن كل من شريحتي الورق المقوى الصغيرتين على شكل حرف (u)، ثم إلحمهما باستخدام الغراء إلى أسفل الشريحة الكبيرة الثالثة، ثم ضعها كجسر فوق الكتابين، ثم ضع عليها القطع النقدية واحدة بعد أخرى إلى أن تنحني وتلامس سطح الطاولة تقريباً، ثم سجل عدد القطع اللازمة لذلك، شكل (٣).

المشاهدة

نشاهد أن عدد القطع المعدنية اللازمة لإنحناء شريحة الورق المقوى في الحالة الأولى أقل منها الحالة الثانية، وفي الحالة الثانية أقل منها في الحالة الثالثة.

الإستنتاج

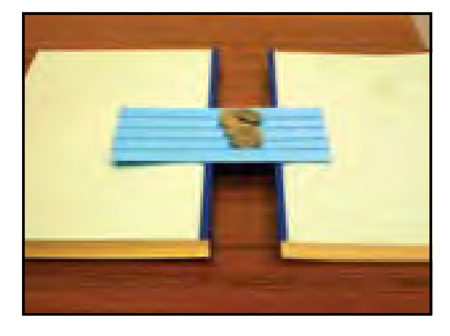
نستنتج أن قوة الدعم في الحالة الثالثة أقوى منها في الحالة الثانية، وفي الحالة الثانية أقوى منها في الحالة الأولى.

المصدر

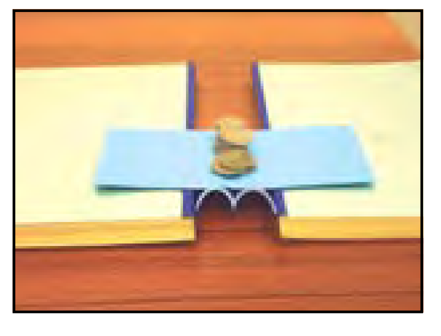
Young Scientist, Looking at Structures,Vol.14.



شكل (١)



شكل (٢)



شكل (٣)



تأثير نوع وعمق الحراثة وإضافة روث الحيوان على نمو وإنتاجية البرسيم الحجازي تحت ظروف المناطق الجافة

يعد البرسيم الحجازي (Medicago Sativa) من الأعلاف البقولية الهامة التي يتم زراعتها في المملكة العربية السعودية في مساحات كبيرة، وذلك نسبة لإنتاجيته العالية وقيمته الغذائية الممتازة، واحتوائه على نسبة عالية من البروتين، وكذلك طول مدة بقائه في الحقل (نبات معمر).

وتكمن أهمية البرسيم في أنه مكمِّل لقلة إنتاج المرعى الطبيعي خاصة في فصلي الصيف والخريف. وقد قدرت المساحات المزروعة بالبرسيم في المملكة العربية السعودية عام ١٩٩٧م بـ ١٠٦آلاف هكتار تقريباً، في حين كانت عام ١٩٨٨م ٥٠ألف هكتار أي بزيادة قدرها حوالي ٥٥ألف هكتار (١٠٨٪)، وبالتالي زاد الإنتاج من ٦٤٢ألف طن تقريباً عام ١٩٨٨م إلى ١٤٢٣ألف طن عام ١٩٩٧م، أي بزيادة قدرها ٧٧٩ ألف طن. واكب ذلك زيادة هائلة في أعداد الحيوانات المستوردة للمملكة والتي بلغت عام ١٩٩١م حوالي ٢٣مليون حيوان من الأبقار والأغنام والماعز والدجاج.

يعد الحرث (Tillage) من أهم العمليات الفلاحية التي لها علاقة بإنتاج المحاصيل، حيث أنه ـ إضافة لتفكيك التربة ـ يساعد على التخلص من منافسة الحشائش للمحاصيل الزراعية، لتحضير المهد الجيد للبذور، وتحسين الخواص الفيزيائية للتربة من ناحية الصرف والنفاذية، والمحافظة على رطوبة التربة، ومنع أو تقليل الانجراف السطحي بالرياح أو المياه. ولذلك فإن أفضل أنظمة الحرث هي التي تحقق تلك الأهداف مع أقل تكلفة.

ومن جانب آخر فإن إضافة روث الحيوانات والمواد العضوية الأخرى تحسن كثيراً من الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، حيث أنها تعد مصدراً لكثير من العناصر الغذائية للنبات. ولقد وجد أن هناك علاقة بين التجمع الحبيبي في التربة وسعتها في الإمساك بالماء، وبين أساليب التحكم في إضافة المادة العضوية وتقليبها داخل التربة.

ونظراً لقلة الأبحاث في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية عن تأثير نوع وعمق الحراثة مع إضافة معدلات مختلفة من روث الحيوانات على نمو وإنتاجية البرسيم الحجازي، واستناداً لأهمية البرسيم الحجازي للثروة الحيوانية لهذه المنطقة بصفة خاصة وللمملكة العربية السعودية بصفة عامة، فقد دعمت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** البحث أ ط/٩-٥١ بعنوان «تأثير نوع وعمق الحراثة وإضافة روث الحيوان على نمو وإنتاجية البرسيم الحجازي تحت ظروف المناطق الجافة» للباحث الرئيس **رداد بن دخيل الله محمد العويني الزهراني**، كجزء من متطلبات درجة الماجستير بجامعة **الملك عبدالعزيز** لعام ١٤٢٣هـ - ٢٠٠٣م.

● طريقة الدراسة

أجريت الدراسة في محطة الأبحاث الزراعية التابعة لجامعة **الملك عبدالعزيز** بمركز هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة، وذلك لدراسة تأثير نوع الحرث (مشطي، قرصي) بعمق (١٠سم، ٢٠سم، ٣٠سم)، وإضافة معدلات مختلفة من روث الحيوان (صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠ طن/هكتار) على الوزن الرطب والجاف لنبات البرسيم الحجازي (أوراق ـ سيقان ـ مجموع خضري ـ جذور ـ نبات كامل)، ودليل مساحة الأوراق وطول النبات وطول جذوره والإنتاجية تحت ظروف المناطق الجافة، وذلك لمدة أربعة فصول زراعية (سنة كاملة) باستعمال تصميم القطاعات الكاملة العشوائية في قطع منشقة مرتين، لعدد ثلاثة مكررات.

تم حرث أرض التجربة حسب الأعماق المطلوبة للحرث (١٠، ٢٠، ٣٠سم) لكل

نوع من أنواع الحرث المستخدم (المشطي والقرصي). وتم تسوية الأرض وقسمت إلى ٧٢ حوض متساوية (٥م×٥م) وخصص كل ٢٤ حوض منها لمكرر (١٢ حوض لكل نوع من أنواع الحرث). قسمت الأحواض إلى ثلاث مجموعات كل مجموعة تحوي أربعة أحواض لتمثل عمقاً من أعماق التربة (١٠، ٢٠، ٣٠سم)، ووضع في كل حوض معدل من معدلات روث الحيوان (صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠ طن/هكتار).

تم تسميد أرض التجربة بسلفات البوتاسيوم (50% K_2O) بمعدل ١٦٠ كجم/هكتار والسوبر فوسفات بمعدل ٢١٧ كجم/هكتار،(46% P_2O_5) وذلك بإضافتها نثراً للتربة دفعة واحدة قبل الزراعة، كما تم إضافة ٥٠كجم نيتروجين/هكتار، وذلك بعد كل حشة من البرسيم في صورة يوريا.

تم استخدام نظام الري بالرش ليعطي توزيعاً متجانساً للماء في منطقة البحث، بحيث يغطي الإحتياجات المائية للنبات في منطقة هدى الشام، بناء على نتائج سابقة للمنطقة، وقد تم اختيار هذه المعاملة بحيث تكافئ الاستهلاك النباتي المطلق (IR=100% ETP).

تم أخذ ٥ نباتات كاملة (أوراق ـ سيقان ـ جذور) قبل كل حشة من حشات البرسيم من كل معاملة حيث قدر فيها طول النبات، وطول الجذور، ودليل مساحة الأوراق، والوزن الرطب والجاف (أوراق ـ سيقان ـ مجموع خضري ـ جذور ـ نبات كامل).

بعد ذلك تم استخدام إطار مساحته واحد متر مربع، حيث وضع ثلاث مرات في كل حوض عشوائياً، ثم حش النباتات الموجودة في الإطار على ارتفاع ٥سم من الأرض. وقدر عدد النباتات بها، وكذلك الوزن الرطب والجاف، كما تم تجميع ١٨حشة خلال سنة كاملة وقسمت إلى أربعة فصول لتقدير الوزن الرطب والجاف لنبات البرسيم الحجازي وأجزائه المختلفة (جم/م٢)، كما قدرت الإنتاجية الكلية (كجم/هكتار).

● نتائج الدراسة

من أهم نتائج الدراسة ما يلي:-

١- كان نمو نبات البرسيم نموا طبيعياً، ولم يظهر عليه أي مظاهر نقص للعناصر الغذائية.

٢- أوضحت النتائج أن هناك زيادة تدريجية مؤكدة إحصائياً من فصل الشتاء إلى فصل الصيف، حيث أعطى أعلى وزن رطب وجاف لنبات البرسيم الحجازي واجزائه المختلفة، ثم انخفض في فصل الخريف، في حين لا توجد فروق معنوية بين فصل الصيف والخريف في طول النبات ودليل مساحة الأوراق.

٣- تفوّق الحرث المشطي في الوزن الرطب والجاف لنبات البرسيم الحجازي وأجزائه ودليل مساحة أوراقه وطوله وطول جذوره على الحرث القرصي.

٤- حدثت زيادة تدريجية مؤكدة إحصائيا في الوزن الرطب والجاف لنبات البرسيم وأجزائه المختلفة، في طول الجذر ودليل مساحة الأوراق من العمق الأول (١٠سم) إلى العمق الثاني (٢٠سم)، ولا يوجد فروق معنوية بين العمق الثاني (٢٠سم) والثالث (٣٠سم)، بينما لم يتأثر وزن الجذور الرطبة وطول النبات بعمق الحرث.

٥- كان معدل التسميد بروث الحيوان بواقع ٢٠طن/هكتار هو المعدل الأمثل لتسميد نبات البرسيم الحجازي من حيث زيادة الوزن الرطب والجاف لأجزاء النبات المختلفة وزيادة طوله وطول جذوره ودليل مساحة أوراقه، ومن حيث إنتاجيته، ولاتوجد فروق معنوية بينه ومعدل التسميد بواقع ٣٠طن/هكتار.

٦- أعطى فصل الصيف أعلى إنتاجية لنبات البرسيم الحجازي مقارنة بالفصول الأخرى.

٧- اتضح تفوّق الحرث المشطي على الحرث القرصي في إنتاجية البرسيم تفوقاً معنوياً على مستوى ١٪.

٨- كان لعمق الحرث أثره المعنوي في زيادة الإنتاجية من العمق الأول (١٠سم) إلى العمق الثالث (٣٠سم)، مع عدم وجود فروق معنوية بين العمق الأول (١٠سم) والعمق الثاني (٢٠سم).

● التوصية

توصي الدراسة بإستخدام المحراث المشطي لحراثة الأرض بعمق (٢٠سم)، ومعدل تسميد ٢٠ طن/هكتار من روث الحيوان. حيث نتج عن ذلك أكبر وزن رطب وجاف وطول للنبات وطول جذره ودليل مساحة الأوراق والإنتاجية الكلية للبرسيم الحجازي.

تسميد الغابات بثاني أكسيد الكربون

أشارت دراسة حديثة إلى زيادة انتاجية الغابات بزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المحيط بتلك الغابات، مما يؤكد على أهمية هذا الغاز في تسميد النبات.

تم إجراء الدراسة المذكورة بواسطة باحثين من قسم الطاقة في مختبر أوك ريدج الوطني وعشرة معاهد في الولايات المتحدة وأوربا بتمويل من مكتب بحوث البيئة للعلوم والاحياء والمؤسسة الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة، حيث أوضحت نتائجهم العلاقة الوطيدة بين انتاجية الوحدات الغابية وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تم ضخه على تلك الوحدات.

ويذكر **ريتش نوربي (Rich Norby)** أن متوسط الزيادة في انتاجية الغابات قد بلغ ٢٣٪ عند التسميد بثاني أكسيد الكربون بالمعدل المقترح، ويضيف **نوربي** أن من المدهش ثبات الزيادة في الإنتاجية بغض النظر عن مواقع الغابات وحجمها ونوع الإنتاجية سواء كان في كمية الكتل الحيوية أو البذور وغيرها.

قام الباحثون بتحليل نتائج جمعت من أربع تجارب خضعت فيها غابات فتية إلى المعدل المتوقع من ثاني أكسيد الكربون خلال نصف هذا القرن، حيث تم التجربة على غابة متساقطة الأوراق في تينسي، وغابة صنوبريات في شمال كارولينا، وغابة متية الأخشاب الصلبة في ويسكو نسن، وغابة في ايطاليا.

شملت الإنتاجية الكلية كلاً من كمية الكربون المثبت بواسطة النباتات إلى مادة عضوية لكل من الغابات المذكورة، حيث تم وزن كمية الخشب، والأوراق، والجذور الدقيقة.

ويذكر **نوربي** أن النتائج في الغابات المختلفة أظهرت توافقاً في كل العناصر التي تم قياسها، حيث أظهرت الغابات ذات الأوراق الدقيقة زيادة في امتصاص الضوء بزيادة ثاني أكسيد الكربون، أما في حالة الغابات ذات الأوراق العريضة فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون أدت إلى زيادة كفاءة تحويل الطاقة الضوئية إلى مادة عضوية. وعليه فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون بغض النظر عن نوع أشجار الغابة يؤدي إلى زيادة انتاجيتها.

ويضيف **نوربي** أن توقعات تغير المناخ يعتمد على العلاقة بين الغلاف الحيوي (Biosphere) والغلاف الجوي (Atmosphere)، ومع أنه ليس من المعلوم حتى الآن مدى تأثير مساهمة التسميد بثاني اكسيد الكربون على دورة الكربون في الكرة الأرضية، فإن توافق نتائج التجارب المذكورة مع ماهو متوقع يؤكد سلامة فرضياتهم، ولكن يجب التنبه إلى عدم إهمال أثر تزايد غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو. ويستطرد **نوربي** فيشير إلى أنه بالرغم من أن التسميد بثاني أكسيد الكربون قد يبطئ من معدل زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو، إلا أن زيادة الإنتاجية بحوالي ٢٣٪ قد لاتكون كافية لايقاف زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو، وذلك لأن تلك الزيادة في الإنتاجية قد تقابل التدهور البيئي المتمثل في زيادة درجة حرارة الأرض، والتلوث بالأوزون، وشح النيتروجين. إضافة لذلك فإن زيادة المادة العضوية ليست منحصرة فقط في المادة الخشبية، ولكنها تعود للجو مرة أخرى على شكل ثاني أكسيد الكربون.

المصدر:–

http://www.sciencedaily.com/releases/2005/12/051213074239.htm

بروتين للقضاء على بكتيريا الجمرة الخبيثة

تمكن العلماء في معهد ماكس بلانك في برلين بالمانيا من الإجابة على السؤال المطروح حول الخطورة الشديدة لبكتيريا الجمرة الخبيثة عند إصابتها للرئة مقارنة بإصابتها للجلد.

وجد الباحثون في معهد ماكس بلانك أن خلايا الدم البيضاء متعادلة الاصطباغ (Neumophils) تقضي على بكتيريا الجمرة الخبيثة (Bacillus anthracis) بسبب أنها تنتج بروتين يدعى (Alpha-defensin) يمكن عزله واستخدامه كبلسم لعلاج الإصابة الرئوية بهذه البكتيريا.

من المعلوم أن الإصابة الجلدية ببكتيريا الجمرة الخبيثة يمكن الشفاء منها بسهولة، أما الإصابة الرئوية فقد تكون قاتلة، ومما يزيد من خطورة هذه البكتيريا أنها تكّون أبواغ (Spores) مقاومة للمؤثرات البيئية ويمكنها أن تبقى في الرئة لسنوات عدة تتكاثر خلالها لتقضي على المريض لامحالة إن أصابت الرئة، ولكن يمكن الشفاء منها بالمضادات الحيوية إن اصابت الجلد.

استخدمت بكتيريا الجمرة الخبيثة كسلاح حيواني (Biolgical weapon) حيث يمكن انتاج كميات هائلة انواعها، وعند استنشاقها تدخل الرئة وتقضي على ضحيتها، وقد تم في الولايات المتحدة ارسالها بالبريد في مظاريف فأدى استنشاقها إلى وفاة خمسة أشخاص.

ويقول الباحثون في معهد ماكس بلانك أن السبب في عدم الشفاء من بكتيريا الجمرة الخبيثة الرئوية يرجع إلى قلة إنتاج الخلايا المتعادلة الاصطباغ للقضاء على تلك البكتيريا في الرئة مقارنة بأعدادها في الجلد، وعليه فان إنتاج بروتين (Alpha defensin) بكميات كبيرة وتوجيهه إلى الرئة قد يكون الطريقة المثلى للقضاء على تلك البكتيريا في الموقع المذكور من الجسم.

المصدر:–

http://www.sciencedaily.com/releases/2005/11/051112124904.htm

خلايا شمسية من الرمل

أقترح علماء طريقة لضبط توزيع الشوائب الموجودة في مادة السيلكون مما يجعل من الممكن التوسع في صناعة الخلايا الشمسية باستخدام الرمل العادي الموجود بكثرة.

يعد السيلكون ثاني العناصر تواجداً على سطح الأرض، ورغم ذلك فإن الحصول على العنصر المذكور من مصدريه الرئيسين الرمل والكوارتز بدرجة نقاوة عالية لتصنيع الخلايا الشمسية يعد أمراً بالغ الصعوبة وباهظ التكلفة.

ويذكر **إيكي ويبر (Eike R. weber)** – عالم علم المواد بجامعة كاليفورنيا بيركلي– أنه رغم وجود كمية من السيلكون النقي تكفي لصناعة الإلكترونيات، إلا أن تنامي صناعة الخلايا الشمسية – ٩٠٪ من مكوناتها عبارة عن سيلكون– قد خلقت عجز في الطلب على السيلكون لعام ٢٠٠٤م مما أدى إلى زيادة ملحوظة في سعره، مهددة بذلك صناعة الخلايا الشمسية.

ويضيف **ويبر** أن هناك كميات كبيرة من السيلكون غير النقي رخيصة الثمن، ويعد وجود شوائب الحديد والنحاس وغيرها – على شكل عناقيد (Clusters) – من الأسباب المؤدية إلى انخفاض كفاءة الخلايا الشمسية المصنعة من هذا النوع الرديء من السيلكون لأن تلك الشوائب تجذب الإلكترونيات السالبة وبالتالي تخفض كمية التيار الكهربائي المنتج بواسطة تلك الخلايا.

قام **ويبر** وزملاؤه بتصوير عينات من السيلكون غير النقية بواسطة أشعة سينية صادرة عن معجل بقطر ٦٥ متر، وقد تم بواسطة تلك الأشعة التعرف على شوائب بقطر عشر نانومترات، بعدها قامت المجموعة بتحديد توزيع تلك الشوائب وأحجامها وقياس المدى الذي تجتازه الإلكترونات في تلك العينات، وبالتالي كفاءتها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية.

أظهرت النتيجة أن العينات التي تحتوي على شوائب كبيرة، ولكنها قليلة العدد تكون أكثر كفاءة في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية مقارنة بالعينات ذات الشوائب الصغيرة وكثيرة العدد.

ويذكر **ويبر** أنه أمكن إعادة توزيع الشوائب بتجميعها في عناقيد (Big Clusters) ولكن متباعدة، عن طريق تسخين العينات ومن ثم تبريدها بمعدلات مختلفة، ولذا فإنه ليس بالضرورة إزالة الشوائب لرفع كفاءة الخلايا الشمسية ولكن يكفي فقط تجميعها، وبذلك يمكن الإستفادة من مواد متوفرة بكثرة لعمل خلايا شمسية جيدة، مما يخفض التكلفة الآخذة في الارتفاع.

المصدر:–

www.sciencenews.org/articles/20050910/fob6.asp



مــع القـــــراء

قراءنا الأعزاء

ترد إلى المجلة عشرات بل مئات الرسائل من الجزائر الشقيق، مما يدل على تعطشهم للعلم والثقافة، وحبهم للقراءة، وهذه خصلة قد لاتتواجد في أي بلد آخر، ولهذا فإننا لا نستطيع تحقيق رغبات جميع القراء من هذا البلد العزيز، فمعذرة لذلك، ولكن نحاول بقدر الأمكان الموازنة بين هذا البلد والبلدان الأخرى، لذا فإننا نهيب بالقراء الكرام التأكد من عناوينهم صحة ووضوحاً. لإن المجلات التي تعاد إلينا لعدم صحة العنوان، أو تغييره نقوم بحذف عنوان المرسل إليه مباشرة من قوائمنا ونضيف بدلاً منه من قائمة الإنتظار، لذا نأمل من إخواننا القراء مراعاة ذلك.

● **الأخ الكريم / مخلوفي نجيب - الجزائر**

نشكرك على رسالتك والمقالة المرفق بها، ولكن يؤسفنا عدم نشره لأنه لايتناسب مع منهاج النشر في المجلة ونتمنى أن تتاح لنا فرصة أخرى للتعاون معك ولك تحيات أسرة المجلة.

● **الأخ الكريم / مليح محمد - الجزائر**

وصلتنا رسالتك وفهمنا محتواها، وسيتم إدراج اسمك في قائمة الأهداءات حسب الإمكانية. أما من حيث تزويدك ببعض الأعداد القديمة فسنحاول بإذن الله تعالى تزويدك بالأعداد المتاحة التي تلائم تخصصك.

● **الأخ الكريم / باي أحمد عيسى - الجزائر**

نشكرك على عباراتك اللطيفة، كما نشكرك على حسن ظنك بنا، أما ما تطلبه فسنحاول تحقيقه بقدر الامكان.

● **الأخ الكريم / بدر الدين زهاري قسوم - الجزائر**

نشكرك على ثنائك العاطر على المجلة وعلى القائمين عليها، ونأمل أن يكون إدراج إسمك في القريب العاجل حينما تتوفر الفرصة لذلك.

● **الأخ الكريم / أوعيل مصطفى عبدالقادر - الجزائر**

تلقينا رسالتك ببالغ الشكر والتقدير وفهمنا مضمونها، ونحن بدورنا نشكرك على عبارات الثناء التي حملتها إياها، ونسأل الله أن يوفق الجميع لما يحبه ويرضاه، وسيوضع أسمك على قائمة الانتظار آملين أن لا يكون طويلاً.

● **الأخ الكريم / احمد رشيد الهويدي - الخرج / السعودية**

نشكرك على رسالتك وسيتم إدراج اسمك في قائمة الأهداءات.

● **الأخ الكريم / أماية إبراهيم - الجزائر**

نشكرك على رسالتك المحملة بعبارات الثناء على المجلة وعلى القائمين عليها، وهذا بلا شك يدفعنا إلى بذل المزيد من الجهد لتبقى متميزة.

● **الأخ الكريم / د. أحمد صابر زيتون - الطائف**

ببالغ الشكر والتقدير تلقينا رسالتك ومرفقاتها من المقالات، وسيتم عرضها على هيئة التحرير، ونأمل أن تأخذ طريقها إلى النشر.

● **الأخ الكريم / بريهان فارس عيسى - سوريا**

نشكرك على مقالتك، وسيتم عرضها على هيئة التحرير ونأمل أن تجاز وتأخذ طريقها إلى النشر.

● **الأخ الكريم / مصطفاوي عبد الحميد - الجزائر**

نشكرك على رسالتك ونسأل الله أن يتقبل دعاءك وأن يوفقنا لما يحبه ويرضاه. أما من حيث رغبتك في إدراج اسمك في قائمة الاهداءات فإنه يسرنا إدراجه في قائمة الانتظار، ونتمنى أن لا يطول إنتظارك.

● **الأخ الكريم / عبدالرشيد قوادرية - الجزائر**

نشكرك على رسالتك ويسعدنا إفادتك بأننا بدأنا في وضع المجلة على الإنترنت مما يسهل على القراء الحصول عليها.

● **الأخ الكريم / راشد رياض - الجزائر**

نرحب بك صديقاً للمجلة ونشكرك على ثنائك عليها، والمجلة - كما تعرف - تعالج موضوعاً واحداً في عدد أو أكثر، ولذلك فإن المشاركة من القراء تكون محدودة إلا لمن يتقيد بموضوع العدد القادم، حيث يشار إليه على الصفحة الداخلية للغلاف الخلفي، ونحن نرحب بمساهمات القراء إذا إلتزمت بمنهاج النشر الموضح على الصفحة الداخلية للغلاف الأمامي.

● **الأخت الكريمة / حفيظة بوراس - الجزائر**

تلقينا رسالتك وهي الرسالة الأولى التي تصلنا، إذ إننا نحاول الرد على جميع رسائل القراء بالطريقة المناسبة، ولانهمل أية رسالة. ونشكرك على اهتمامك بالمجلة ونأمل أن يتم إدراج إسمك في القريب العاجل. علماً بأن قائمة الإنتظار طويلة خصوصاً لبلد مثل الجزائر يعشق أبناؤه القراءة.

● **الأخت الكريمة / عريبي نسيمة - الجزائر**

نشكرك على رسالتك ويؤسفنا عدم تحقيق رغبتك حيث أن الكتب التي قمت بطلبها لا تتوفر لدينا وليست من إختصاصنا.

الأعداد الصادرة عن مجلة العلوم والتقنية لعام ١٤٢٦ هـ

بداية العام العشرون لمجلة العلوم والتقنية..

محتويات العدد ٧٣




- بنك الدم مستشفى الرياض المركزي
- الجهاز القلبي الوعائي
- فصائل الدم
- ارتفاع ضغط الدم
- بدائل صناعية لمكونات الدم
- نقل الدم
- بلازما الدم بين الصحة والمرض
- مزارع الدم
- مشتقات الدم
- التبرع بالدم
- تبديل الدم
- أضرار تناول الميتة والدم ولحم الخنزير
- تسرب الدم من الأوعية الدموية
- طرق فحص الدم

محتويات العدد ٧٥

- مركز الملك عبدالعزيز للخيل العربية الأصيلة
- أصل أنساب الخيل العربية
- أجناس الخيل
- الخيل في التراث العربي
- الشكل الخارجي للحصان
- صفات وطبائع الخيل
- التقييم الوصفي لجسم الحصان
- الخصوبة في الأفراس
- رعاية الفرس الحامل

محتويات العدد ٧٤



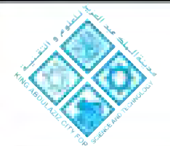
- محطة إنتاج طرود وملكات نحل العسل
- العسل في القرآن والسنة والتراث
- النباتات العاسلة
- عسل النحل
- غذاء ملكات النحل
- العلاج بسم النحل
- لقاح النحل
- شمع النحل
- صمغ النحل
- الاستثمار في تربية نحل العسل

محتويات العدد ٧٦



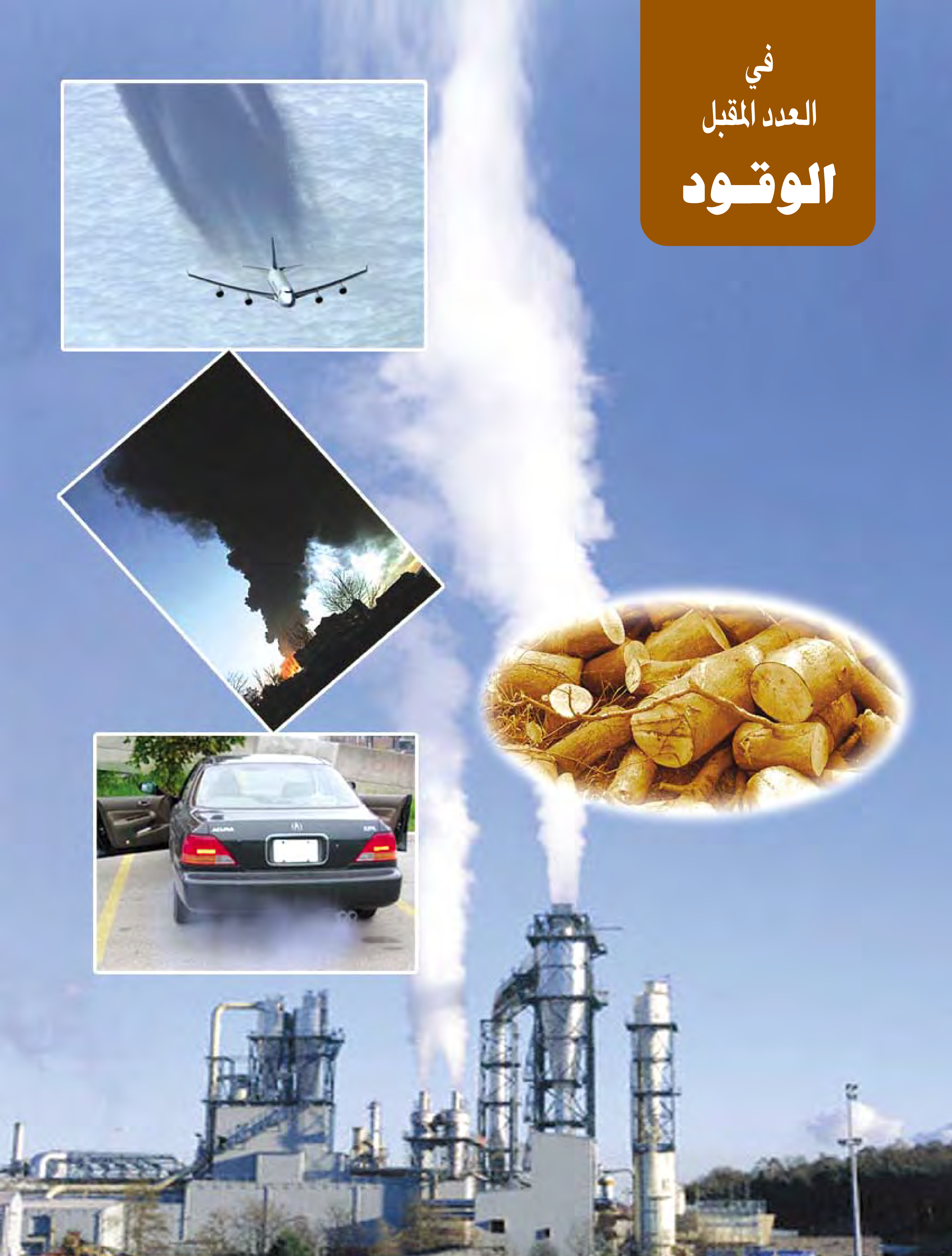
- الاتحاد السعودي للفروسية
- تجهيزات الخيل
- تغذية الخيل
- المشاكل الصحية التغذوية للخيل
- عروض الجمال للخيل العربية
- سباقات القدرة والتحمل
- سباقات الخيل
- الأعشاب الطبيعية لعلاج الخيل
- لحوم الخيل
- الجروح في الخيل





مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ – الرياض ١١٤٤٢ ت: ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ٤٨٨٣٤٤٤/ ٣٣٤٣ فاكس: ٤٨١٣٣٧٩


في
العدد المقبل
الوقـود

الأمراض الطفيلية في الخيل (٣١)

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية